ALFIO MONTORO

EXPERIMENTOS DE FISICA

CON MATERIALES DE DESECHO SEGUN EL METODO CIENTIFICO



Ediciones ENEVA Caracas

2º AÑO CICLO DIVERSIFICADO

ALFIO MONTORO

EXPERIMENTOS DE FISICA

CON MATERIALES DE DESECHO SEGUN EL METODO CIENTIFICO

2º AÑO CICLO DIVERSIFICADO

PRIMERA EDICION 1979



Ediciones ENEVA Caracas

Edición producida y dirigida por el Departamento de Arte de Ediciones Eneva, C.A.

Impreso en Venezuela
por Corporación Marca, S.A.
Telf.: 93.67.31
La Trinidad, Caracas - 1979

AGRADECIMIENTO

* A la Directora del Instituto "Agustín Codazzi" de Maracay, Profesora Luisa T. Lanz de León, y al jefe del Departamento de Física del mismo Instituto, con los profesores adjuntos al mismo, por haber permitido y llevado a cabo el primer ensayo de este proyecto.

* A los doctores Máximo García Sucre y Carlos Landaeta, al profesor Ignacio Burk e Ingeniero Augusto Maristany S., por haberse prestado gentilmente a ser entrevistados y permitir su publicación.

* A los profesores José Antonio Reyes y Francia Arnaldo, por las múltiples sugerencias en la realización de este proyecto.

* Al profesor Rafael Salcedo, por haber cedido gentilmente su colaboración en el artículo sobre Dinámica de Grupo.

* Al profesor Edito J. Campos, por haber corregido la redacción del contenido de este folleto.

* Al señor Joaquín Salcedo, por los dibujos y diagramación de este folleto.

MONTORO ALFIO

PROFESOR DE FISICA Y MATEMATICA

Presentación

El marco teórico que sustenta el proyecto que en este folleto proponemos, no es novedoso. En efecto, no son novedosos —ni siquiera en nuestrs medios educativos— los llamados métodos activos de la enseñanza, ni —mucho menos— la aplicación del método científico (pretendido y difundido insistentemente por CENAMEC), como tampoco el construir instrumentos físicos utilizando materiales de desecho (propuesto en el libro titulado "Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias", y ya familiar en nuestros medios educativos). La relativa novedad de este proyecto consiste en la proposición —por ahora más teórica que práctica— de una implementación para combinar de manera que responda a nuestra realidad educativa, los tres aspectos, antes señalados y considerados por la mayoría de los educadores en la enseñanza de la ciencia, como fundamentales para lograr una actitud creativa en los alumnos.

Ensayar este proyecto en los Institutos Educativos Venezolanos hasta lograr una implementación óptima, es el objetivo pedagógico que pretendemos alcanzar. Para lograr este objetivo contamos con la publicación comercial de este folleto a nivel nacional; con talleres organizados por el autor de este proyecto para profesores de Física que deseen participar; y, con una investigación que se llevará a cabo a nivel nacional y en aquellos Institutos que se presten a realizar el ensayo.

Como puede inferirse, llevar a cabo el ensayo que deseamos es una empresa muy ambiciosa, mejor dicho, imposible de no seguir contando —como hasta ahora— con el apoyo y colaboración de los colegas y alumnos.

LA OPINION DE LOS ALUMNOS QUE ENSAYARON POR PRIMERA VEZ ESTE PROYECTO

En el Liceo Agustín Codazzi de Maracay, hemos ensayado por primera vez nuestro proyecto, con 6 secciones de Segundo Año de Ciencia y en los contenidos programáticos correspondientes a Electromagnetismo.

Debido a que dicho ensayo se llevó a cabo sólo para una Unidad del Programa Oficial y finalizando el Año Escolar, no podemos considerar como muy significativos sus resultados. Sin embargo, nos fue sumamente útil para detectar fallas del proyecto y, desde este punto de vista, consideramos que representa una primera aproximación hacia la búsqueda de un proyecto más realista.

Los resultados de las opiniones de los alumnos encuestados al finalizar el ensayo del proyecto es muy alentador. El 97 por ciento contestaron como positiva la experiencia vivida y manifestaron su deseo de continuar experimentando. Este resultado positivo se dio a pesar de las circunstancia poco favorables como fueron: el estar sometidos a una gran presión en el tiempo, ya que el ensayo se llevó a cabo en las últimas 7 semanas de clases y por haber sido la primera experiencia de los profesores y alumnos en practicar este proyecto.

Publicamos aquellas opiniones de alumnos que representan de manera más clara y precisa la de la mayoría de sus compañeros y que han captado mejor las intenciones que tenemos los que propugnamos este proyecto.

Pregunta 1 de la encuesta:

—De acuerdo a las experiencias de laboratorio de Física que usted ha tenido en tercer año del C. B. y en primero y segundo del C. D., ¿qué opina sobre la manera de experimentar en Física según el proyecto ensayado por usted?

Respuestas más significativas:

"Yo personalmente creo que esta forma de trabajar es positiva para el alumnado, ya que con los errores cometidos es que aprendemos y no de una manera mecánica como han tratado de enseñarnos".

* * *

"Creo que es positiva y nos ayuda a formarnos mejor y sobre todo a aprender a pensar, a lo cual no estamos acostumbrados por falta de estímulo".

* * *

"Creo que la mejor manera de ensayar con Física es la que utilizamos en este proyecto, ya que le da a uno la oportunidad de ser creativo y de sentirse lleno al aprender con aparatos construidos por uno mismo; además, esto evita que no se haga tal o cual objetivo en Física por falta de materiales didácticos".

* * *

"Mi opinión acerca de experimentar con física según el proyecto ensayado me parece sumamente interesante aunque un poco complicado ya que hay que hacer un amplio estudio".

* * *

"Existe una diferencia amplia entre las prácticas de Física anteriores y el proyecto ensayado, por varias razones: en los años anteriores, nunca realizamos prácticas que realmente merecieran llamarse así. Nuestra participación era más que todo pasiva. Generalmente el profesor realizaba las experiencias. Este proyecto actual me parece altamente positivo porque demuestra una participación más directa y activa del alumno. El alumno busca de úna manera más directa y activa el por qué de las cosas, no con la finalidad de hallar la solución, sino tratar, pensar, investigar y participar como **jóvenes científicos,** realizando nuestro papel dentro de nuestras facultades".

* * *

"Me parece que tiene muy buenas perspectivas por cuanto nos incentiva a adentrarnos en el campo de la Física. Haciéndonos trabajar nuestra mente al máximo para resolver problemas planteados por nosotros mismos y así olvidar la costumbre de resolver un problema textualmente. También nos es de mucha ayuda para aprender a trabajar siguiendo los pasos de los métodos científicos".

Pregunta 7 de la encuesta:

—¿De tener la posibilidad de escoger entre trabajar en un laboratorio de Física según la forma habitual (como lo ha hecho siempre) y la forma realizada en este ensayo, cuál escogería y cuáles serían las razones de esta escogencia?

Respuestas más significativas:

"Escogería la forma realizada en este ensayo porque nosotros tenemos más libertad para hacer las cosas sin que el profesor nos esté mandando".

* * *

"Es mejor como en el ensayo ya que uno es el protagonista de los hechos".

* * *

"Escogería la forma realizada en este ensayo ya que hay más participación práctica y uno aporta más las ideas, apoyándose en lo que ha visto y uno se entretiene más y así uno descubre también si verdaderamente le gusta la Física".

* * *

"Escogería la forma realizada en este ensayo, ya que se nos facilita la experimentación en el laboratorio utilizando nosotros mismos todos los materiales. La otra forma habitual no, ya que uno no hace 'nada' ".

* * *

"Yo escogería como lo estamos haciendo ahora y ya que el alumno aprende por su propia experiencia y no por lo que le pueda decir o explicar el profesor".

* * *

"Escogería este método ya que en el método anterior siempre trabajábamos con el 'supongamos que' y en este trabajamos con el 'si tenemos que...' 'entonces esto es' ".

* * *

"Escogería la forma realizada en este ensayo porque se aprende de una forma no mecánica".

INDICE

Página

Introducción

Programa Oficial (fotocopias)

Capítulo I: Marco teórico

Capítulo II: Implementación del proyecto

Capítulo III: El método científico

Capítulo IV: Cómo tratar los inevitables errores de medidas

Alternativas de la Unidad I: **Página**

Alternativas de la Unidad II:

Alternativas de la Unidad III:

Alternativas de la Unidad IV:

Alternativas de la Unidad V:

Resumen de contenidos

Entrevistas: ¿Para qué estudiar física en Bachillerato?
Entrevistas de los estudiantes a:

CAPITULO 1

MARCO TEORICO

"...el gran fallo de las escuelas tradicionales ha sido, hasta estos últimos años incluidos, haber descuidado casi sistemáticamente la formación de los alumnos en la experimentación..." (Piaget - sicólogo francés).

Por la reconocida seriedad del Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC), hemos querido publicar su opinión acerca de la complicada problemática sobre la enseñanza de la Física en los Institutos de Educación Media de nuestro país. Lo hacemos porque, si queremos aportar soluciones al problema, antes que nada, debemos conocerlo lo más completo posible.

LOS REPROBADOS EN SECUNDARIA

BAJO LA VIEJA FORMULA DE LA TIZA Y EL PIZARRON SE SIGUE ENSEÑANDO LA FISICA

("El Nacional", Caracas, Nov. 16 de 1977).

Según estudios realizados por CENAMEC, los estudiantes no están capacitados para asimilar la materia y son pocos los profesores preparados realmente en la asignatura.

BERNARDO FISCHER

Según estudios y trabajos realizados por el Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC), la física que se da a nivel de educación media no es asimilada por los alumnos, porque no están capacitados suficientemente para recibirla. Tampoco los profesores saben enseñarla.

No existe la metodología adecuada para enseñar esta asignatura. En los liceos, todo se limita a fórmulas escritas en el pizarrón. No existe, así mismo, una continuidad a través del ciclo básico que permita un mayor manejo de los elementos que la física requiere para su cabal comprensión.

Estas son algunas de las observaciones que se desprenden del Proyecto Fisem-01 y Fisem-02, que actualmente desarrolla Cenamec con la colaboración del Conicit y el Ministerio de Educación.

Quien formuló ese análisis es la profesora Margarita de Sánchez, investigadora del instituto, Ph.D. en Ciencias y Master en Física. Junto con ella están la directora del CENAMEC, profesora Estrella Benaím de Bello y el subdirector Saulo Rada Aranda.

La profesora Sánchez revela los alcances de este proyecto:

—Estamos realizando un estudio total de la enseñanza de la física en Venezuela, en el nivel de educación media. Este estudio permitirá elaborar un nuevo currículum de física para ser llevado a la experimentación. Este proyecto cuenta con la participación de docentes y científicos, especializados en Física en el CENAMEC.

Se está analizando la metodología de los profesores de esta asignatura, su conocimiento, la actitud de los estudiantes ante estas materias y la actitud del trabajo en los laboratorios.

FALTA LA BASE

Indica la directora del proyecto Fisem-01 que se han hecho encuestas con más de 1.500 estudiantes del ciclo básico a escala nacional, para conocer si tienen la base suficiente para recibir los conocimientos de física que se les pretende dar.

—De 60 objetivos que les presentamos en las encuestas, los alumnos sólo reconocieron un total de 16, lo cual indica que no están en condiciones de comprender la metodología que se les quiere impartir.

Quisimos conocer las causas de estas deficiencias, partiendo de la base de una mala preparación en los años anteriores, tanto en primaria como en el ciclo básico, pero la profesora Sánchez advirtió que no se sabe a ciencia cierta la verdadera causa. Sólo existen hipótesis.

—Lo que sí se sabe —replica— es que los programas de física que se dan en el bachillerato exigen conocimientos del alumno que ellos no están en capacidad de tener.

La investigadora del CENAMEC opina que es necesario que los programas de física se adapten a los prerrequisitos que tienen los alumnos y traten de mejorarlos. También se debe en definitiva, mantener una continuidad en la enseñanza de esta materia.

Interviene la directora Benaím de Bello para señalar que en realidad existe un vacío entre los conocimientos elementalísimos de primaria y lo que se da en tercer año de bachillerato. En dos años desaparece el mundo de la física para el estudiante.

La física —relata— está en todos los elementos que rodean al hombre. Por eso no tiene sentido que no se le enseñe como una explicación lógica de los fenómenos que los rodean. Los conocimientos se deben impartir de una manera integral y no en forma aislada, como si estuviera separada una ciencia de la otra.

RECARGO DE HORARIOS Y ASIGNATURAS

Para analizar el bajo rendimiento de los alumnos de bachillerato hay que estudiar el alto recargo de materias, temas, horas y tareas a las que está sometido un joven en esta etapa educativa.

—Es frustrante para un muchacho —dice la profesora Benaím de Bello— la sobredosis de información que recibe el profesor en su respectiva asignatura, ya que en cada materia se le asigna una tarea diferente, que el muchacho es incapaz de cumplir.

El profesor Saulo Rada nos enseña un estudio elaborado por el CENAMEC, que demuestra la angustiosa situación del estudiante de bachillerato ante las responsabilidaes asignadas.

Según este estudio, las 24 horas de la vida de un estudiante transcurren así: asiste a clases 6 horas y 30 minutos, se recrea y descansa 2 horas, se alimenta y traslada 3 horas y 30 minutos, interacción con familiares y amigos, 2 horas, y le quedan 2 horas del día para realizar tareas de cuatro o cinco asignaturas diferentes. Es decir, 25 a 30 minutos para cada materia.

El 99 por ciento de los profesores consultados consideran que el pénsum está excesivamente recargado.

Sostiene la profesora Margarita de Sánchez que lo importante es que el joven maneje concretamente el lenguaje de las ciencias, de las matemáticas (como lenguaje universal), el español y las relaciones sociales.

—Si logra la interpretación del mundo que lo rodea y logra comunicarlo, se habrá logrado un gran avance.

COMO SE ENSEÑA FISICA

Los investigadores manifiestan que los programas de física son una acumulación de temas. No se prevé desarrollar los conocimientos y que logre destrezas y aptitudes a través de la manipulación de los objetos, sino que se hace énfasis en la física de "tiza y pizarrón", que consiste en decir cómo se hacen las cosas y en presentar fórmulas matemáticas, que describen situaciones físicas. Es decir, perciben los conocimientos en abstracto, pero no los saben aplicar ni identificar en la realidad.

UN NUEVO PENSUM

El proyecto Fisem-01, destinado al estudio general del curriculum de esta materia en educación media y el Fisem-02 destinado a la preparación de los docentes en corto plazo tratan de formular un nuevo Pénsum.

Se insiste en que sea un diseño flexible, modular, que le facilite al docente el uso total del programa y sus elementos.

Se prueban constantemente las materias dadas para determinar si han producido los cambios de conocimientos deseados, y de no ser así se hacen las modificaciones correspondientes para que se ajuste a las necesidades de los estudiantes.

¿EXISTEN DOCENTES DE FISICA CAPACITADOS?

Los tres profesores coinciden en que hay pocos docentes de física capacitados. El problema se agudiza cada vez más, ya que la producción ínfima de los institutos pedagógicos nacionales es absorbida por los institutos universitarios y no por la educación media.

Existen cifras. El docente no graduado ha aumentado del 48 por ciento en el año 70-71 al 59 por ciento en el año 74-75. En el año 75, la demanda de profesores de física era de 2.304, mientras que sólo habían 905 profesores, lo que representa un déficit del 39 por ciento.

Señalan que hay otro hecho más grave. Se ha comprobado que los profesores graduados se movilizan hacia las áreas urbanas y dejan al interior sin docentes capacitados en esta especialidad.



Este círculo muestra cómo utiliza un estudiante de secundaria las 24 horas del día.

LA DEPENDENCIA DEL TEXTO

El doctor Robert Narváez Little, profesor de Física de la Universidad de Texas, participa también en los talleres para profesores contemplados en el proyecto Fisem-02.

Para él, la única fuente de información de los profesores es un texto de estudio. Añadiendo que con un libro como la única autoridad disponible no es sorprendente que ni alumnos ni profesores comprendan la naturaleza investigativa de la física. Esto le da un conocimiento mnemotécnico completamente nulo.

Agrega que la importancia del taller hace comprender que el tiempo que utiliza en los textos comunes y corrientes, necesita de la experiencia de laboratorio, a fin de que el alumno no se convierta en un ente despersonalizado, una especie de robot, que todo lo memoriza, lo computa, pero no entiende nada.

—El profesor debe ajustarse al alumno —dice—. Este último no falla; lo que pasa es que el profesor tiene la misma escuela que el alumno, su enseñanza es de "un texto".

1.1. Una posible solución al fracaso de la enseñanza de la Física.

La Introducción al Programa Oficial de Física de Segundo Año del Ciclo Diversificado, dice:

"El violento desarrollo que ha experimentado la Física en los últimos 50 años ha influido decisivamente en la metodología que los profesores utilizan en el aula. Ya no es posible enseñar a base de contenidos, porque esto resultaría una tarea casi imposible de realizar. Se prefiere enseñar a base de grandes motivaciones..." (1)

Además, los últimos objetivos de cada Unidad del mismo programa, exigen:

"De conocimiento de los procesos de la ciencia: Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en relación con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son: la descripción, la interpretación de datos, la formulación de hipótesis, la formulación de leyes.

De apreciación, valores, aptitudes e intereses: Al terminar esta unidad los alumnos deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de: Llevar a cabo observaciones, hacer descripciones, hacer conclusiones de las observaciones realizadas" (1)

Sin embargo, nuestros estudiantes salen del Bachillerato sin poseer los contenidos físicos (que supuestamente impartimos), sin la adquisición del método científico y, mucho menos, con motivaciones hacia el estudio de la Física. Es evidente, tristemente debemos reconocer que ¡LA ENSEÑANZA DE LA FISICA EN NUESTRO BACHILLERATO HA FRACASADO! (Leer el artículo anterior: "Bajo la vieja fórmula de la tiza y el pizarrón...").

¿Qué hacer?

Los profesores que trabajamos en la enseñanza de la Física, estamos obligados a **buscar** nuevos métodos para enseñarla. Pero ,eso sí, sin seguir cometiendo los errores del pasado: buscar especialistas extranjeros que vengan a resolver **nuestro problema.** ¡No! Sólo nosotros podemos encontrar **respuestas** apropiadas; porque somos nosotros quienes sufrimos la humillación del fracaso como docentes y nosotros **sí** conocemos nuestras limitaciones humanas y ambientales.

Es, precisamente, este espíritu de búsqueda lo que nos anima a presentar este proyecto de enseñanza de la física en los laboratorios, con carácter de ensayo.

¿Qué queremos demostrar?

Queremos demostrar que **"si los alumnos siguen los pasos del método científico para contestar preguntas que ellos mismos se formulan y utilizan materiales de desecho para implementar sus experimentos, entonces desarrollan su propia personalidad creativa".**

De donde, sin pretender la rigurosidad de las definiciones operacionales, precisamos lo siguiente:

1) **Los pasos del método científico** son los que proponemos en el artículo 3.1.

2) **Las preguntas que los alumnos se formulan** deben estar circunscritas a los contenidos del Programa Oficial y deben responder a las características de "problema", según el método científico.

3) **Por materiales de desecho** entendemos aquel material cuya adquisición no cuesta dinero ya sea porque es inservible su conjunto pero son aprovechables sus piezas, como también porque son materiales de sobras. Así, por ejemplo, una licuadora inservible porque su motor está quemado es una mina de piezas utilizables: cables de bobina, enchufe, hélice, tornillos, tuercas, etc.; el polvo de hierro (limadura de hierro) que el herrero debe botar.

4) **Por experimentos** entendemos la concepción dada por Piaget: "...la experiencia que uno no hace con plena libertad de iniciativa no es, por definición, un experimento, sino un simple ejercicio sin valor formativo..." (2)

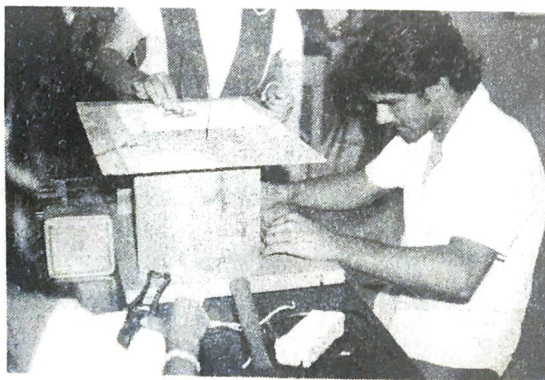
5) **Por personalidad creativa** entendemos a un alumno con actitudes que se manifiestan de las maneras siguientes:

—Experimenta con plena libertad de iniciativa. Está liberado de las "recetas" para experimentar.

—Propone diseños originales para implementar los experimentos.

—Cuando, en los trabajos de laboratorio, se enfrenta con dificultades de índole teórica o experimental, da alternativas de solución.

—Sin aceptar nada dogmáicamente, manifiesta receptividad con respecto a los puntos de vista de sus compañeros, de su profesor y de los libros; los toma en cuenta y **los procesa racionalmente** con espíritu crítico.



1.2. ¿Por qué creemos que los alumnos pueden lograr el objetivo propuesto en este proyecto?

La fe en que los alumnos logren el objetivo propuesto anteriormente, está fundamentada en las observaciones siguientes:

—Tanto los alumnos como los profesores se motivan en el laboratorio cuando el experimento representa un verdadero desafío a sus propias capacidades. Pues bien, en la implementación del proyecto que estamos proponiendo. este desafío se organiza a través de la pedagogía de los llamados "métodos activos de la enseñanza" (presentamos los lineamientos principales de estos métodos en el artículo 1.3).

Piaget, refiriéndose a estos métodos activos, dice:

"La visión optimista e incluso muy optimista que nos dieron nuestras investigaciones acerca del **desarrollo de las nociones cualitativas de base** que constituyen o deberían constituir **la subestructura de toda enseñanza científica elemental** induce a pensar pues, que una reforma bastante profunda de esta enseñanza multiplicaría las vocaciones que la sociedad necesita en la actualidad. Pero para ello se requieren, nos parece, ciertas condicions, que son sin duda las de cualquier pedagogía de la inteligencia, pero que parecen particularmente imperativas en las distintas ramas de iniciación a las ciencias.

La primera de estas condiciones es, naturalmente, **la utilización de los métodos activos que dejan un lugar esencial a la búsqueda espontánea del niño o del adolescente, y que exigen que cualquier verdad a adquirir sea reinventada por el alumno o al menos reconstruída y no simplemente transmitida.** Sin embargo, hay dos malentendidos frecuentes que restan mucho valor a los intentos hasta hoy llevados a cabo en este sentido. El primero es el temor (y para algunos la esperanza) de que el papel del maestro en estos ensayos acabe siendo nulo, y de que para actuar correctamente sea necesario dejar que los alumnos trabajan o jueguen libremente a su gusto. Por descontado que el educador sigue siendo indispensable en tanto que animador para crear las situaciones y construir los dispositivos iniciales susceptibles de plantear problemas útiles al niño, y además para organizar ejemplos contrarios que obliguen a reflexionar y a controlar las soluciones demasiado precipitadas; lo que se pretende es que el maestro deje de ser un mero conferenciante y que estimule la investigación y el esfuerzo en lugar de contentarse con transmitir soluciones acabadas". (ps. 94 y 95 de la obra citada).

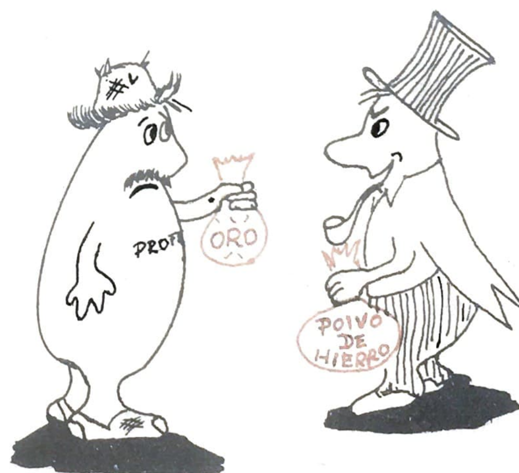
"Con los métodos activos lo que se pretende es que el maestro deje de ser un mero conferenciante y que estimule la investigación y el esfuerzo en lugar de contentarse con transmitir soluciones acabadas" (Piaget - sicólogo francés).

"...el gran fallo de las escuelas tradicionales ha sido, hasta estos últimos años incluidos, haber descuidado casi sistemáticamente la formación de los alumnos en la experimentación; en efecto, los experimentos que el profesor haga delante de ellos, o que ellos mismos realicen con sus manos con un procedimiento ya establecido y que simplemente se les dicta, no es lo que les enseñará las reglas generales de cualquier experimento científico, como por ejemplo la variación de los restantes ("por supuesto, en condiciones de igualdad"), o la disociación de las fluctuaciones fortuitas, y de las variaciones regulares. En estos campos, mucho más que en culaquiera de los demás, los métodos del futuro deberán dar un lugar cada vez mayor a la actividad y a los tanteos del alumno, y a la espontaneidad de las investigaciones en la manipulación de dispositivos destinados a demostrar o a rechazar las hipótesis que puedan haber hecho por su cuenta para explicar tal o cual fenómeno elemental. Dicho de otra manera, si hay un campo en el que los métodos activos tendrán que imponerse en el sentido más completo de la palabra, este es el de la adquisición de los procedimientos de experimentación porque la experiencia que uno no hace con plena libertad de iniciativas no es, por definición, un experimento, sino un simple ejercicio sin valor formativo al no haber una comprensión suficiente del detalle de las fases sucesivas.

En una palabra, el **principio fundamental de los métodos activos** no puede inspirarse más que en la historia de las ciencias, y puede expresarse de la forma siguiente: **entender es inventar o reconstruir por reinvención,** y no habrá más remedio que doblegarse a este tipo de necesidades si se pretende, de cara al futuro, modelar individuos capaces de producir o de crear y no tan sólo de repetir". (ps. 97 y 98 de la obra citada).

—Otra observación que fundamenta la proposición de nuestro proyecto está en la construcción, por parte de los alumnos, de los instrumentos con los cuales van a experimentar. ¿Por qué proponemos que estos instrumentos deben ser construidos con materiales de desecho? Porque hemos observado que:

—Los materiales que son comprados para satisfacer las necesidades de los laboratorios de Física y que llamamos "sofisticados" por la falsa importancia con la cual se les reviste, son "cajas negras", sobre todo para los alumnos, porque aunque saben utilizarlos, no comprenden los principios físicos que los sustentan. Además, estos materiales son sumamente caros, de tal manera que están fuera del alcance de la mayoría de los institutos educativos. Y también, por venirnos fabricados del extranjero, fomentan nuestra dependencia educativa y tecnológica.



Ayer, como hoy, seguimos cambiando el oro por baratijas.

—Los materiales de desecho, en oposición a los materiales sofisticados, ofrecen las ventajas siguientes:

—Obligan a alumno y profesor a indagar

los principios físicos que los sustentan para poderlos utilizar apropiadamente en la construcción de los instrumentos que van a emplear para experimentar.

—Cada alumno puede darse el lujo de disponer de su propio material, sin tener el cuidado de malograrlo ya que, es suyo y no le costará dinero el volverlo a adquirir. De esta manera, existe material de Laboratorio en abundancia para todos los alumnos, y así, pueden experimentar libremente para dar rienda suelta a su creatividad.

—Resuelven el problema económico del Instituto en cuanto a la necesidad de implementar satisfactoriamente el Laboratorio de Física.

1.3. La enseñanza, según los métodos activos, desarrolla la personalidad creativa de los alumnos y del profesor.

El espíritu que anima la idea central del proyecto que proponemos en este folleto está en los métodos activos de la enseñanza, por esto es necesario que el profesor se familiarice al máximo con éstos. Le recomendamos la lectura de, al menos, uno de los libros que presentamos en la Bibliografía. En este artículo damos algunas de las ideas fundamentales que sustentan los autores que proponen la aplicación de dichos métodos.

En esta presentación, más que pretender ser exhaustivos, queremos motivar al profesor para que busque una literatura completa sobre las ventajas y desventajas que, según ensayos hechos en su país de origen —Francia—, ofrecen la aplicación de estos métodos.

Al ensayar el proyecto que en este folleto presentamos, queremos indagar también, hasta qué punto son aplicables los métodos en nuestros medios educativos, y sobre todo, cómo debemos implementar su aplicabilidad.

"Practicar un método activo es, en primer término, provocar un cambio de **actitud** en el **alumno,** gracias a un cambio de **actitud en el maestro.**

—No es maestro aquel que se contenta con exponer solamente los conocimientos; lo es aquel que despierta en el alumno el deseo de poseerlos y los coloca en posibilidad de adquirirlos por sí mismo.

—No se trata de dar conferencias, ni de dictar resúmenes mientras el alumno escribe lo más rápidamente posible, relegando la comprensión para más tarde.

—Es maestro aquel que abre los senderos, pero que le permite al alumno encaminarse libremente por ellos.

—En el trabajo del maestro, lo esencial reside en **la preparación previa.** Es aquí donde se debe poner en juego toda su habilidad y todos sus conocimientos; se trata de despertar la curiosidad, de proporcionar los materiales necesarios para una investigación, de hacer útiles los instrumentos de trabajo, de estimular el ardor de los alumnos, pero también es necesario saber hacerse a un lado en el momento oportuno.

—Ya hemos suscitado el interés, ahora importa **dejar a los alumnos actuar por ellos mismos.** Pueden equivocarse, interpretar mal los documentos, sentirse orgullosos de un descubrimiento inicial y casi no saber manejarlo ni expresarlo; pero cualquier error es fructífero cuando se corrige y reestructura, a condición de no hacerlo demasiado pronto. Es ese lento trabajo a base de tanteos, lo cual es útil; el alumno al que se le deja una responsabilidad, es capaz de desarrollar alegremente un esfuerzo vigoroso.

—Estos dos primeros pasos de los métodos activos, no logran los resultados deseados, sino hasta el momento en que maestro y alumno, **hacen en común una síntesis.**

—Es importante establecer conclusiones, fijar los conocimientos adquiridos, redactar en común el resumen que, si es malo cuando parece imponerse desde el exterior, resulta excelente cuando es fruto de una investigación de toda la clase, encauzada por el maestro. Cada palabra adquiere, entonces, su verdadero valor y cumple con su finalidad.

—Los métodos activos son todos los métodos que, de acuerdo con la edad o el nivel de desenvolvimiento alcanzado por el niño, ponen en juego actividades propiamente **creadoras** y las hacen **participar** activamente en la elaboración de los conocimientos propuestos, en la obtención de los resultados que se le quiere hacer alcanzar, en lugar de que los reciba completamente elaborados, totalmente "hechos" por el maestro o el texto, o de que reproduzca simplemente el ejemplo o el modelo propuesto por el adulto o el texto, evitando así que no ejerza él mismo más que una actividad receptiva o secundaria" (3)

CAPITULO 2

IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

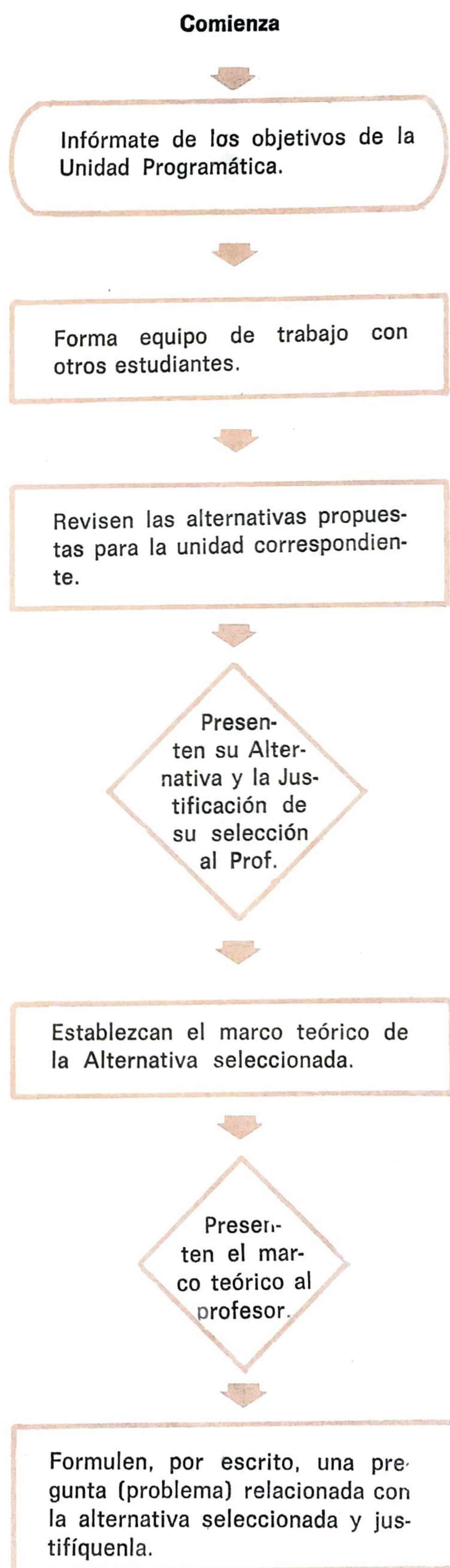
"La física no es ninguna brujería, no es ningún misterio, y cualquier individuo puede celebrar su encuentro con la física y la puede encontrar atractiva" (Prof. Ignacio Burk - sicólogo).

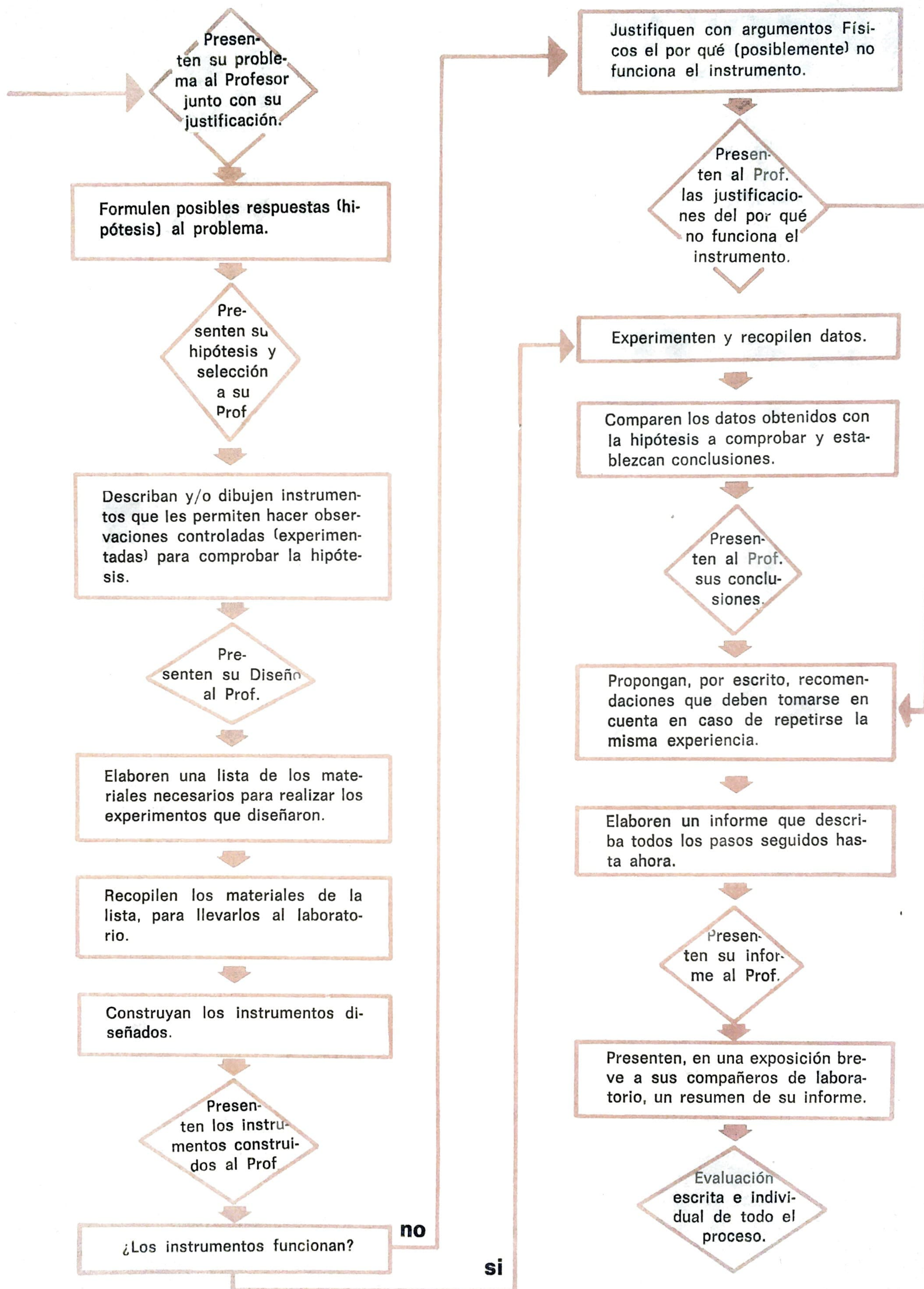


La implementación del método científico como el método activo implican que el proceso enseñanza aprendizaje se dé en un clima de máxima libertad para propiciar la iniciativa y creatividad de los participantes. Pero, por las mismas razones de libertad se impone una orientación rigurosa y apropiada... y aquí está el problema central para el éxito de este proyecto: ¿Hasta qué punto debemos estructurar el trabajo de alumnos y profesor para propiciar iniciativas y no un ambiente de desorientación y frustración? Además, debemos tener presente la limitación en el tiempo, dado por las exigencias administrativas. Pues bien, a continuación presentamos, a título de ensayo, un flujograma de actividades con la finalidad de sistematizar y orientar los diferentes pasos que deben darse para llevar a cabo un proyecto de investigación según las exigencias mínimas del método científico. En este flujograma apenas nombramos los pasos, así resumimos todo el proceso y, a continuación, en el artículo siguiente explicamos detalladamente cada uno de estos pasos.

FLUJOGRAMA

RESUMEN DE LOS PASOS A SEGUIR PARA BUSCAR RESPUESTAS CIENTIFICAS




Presenten su problema al Profesor junto con su justificación.
Formulen posibles respuestas (hipótesis) al problema.
Presenten su hipótesis y selección a su Prof.
Describan y/o dibujen instrumentos que les permiten hacer observaciones controladas (experimentadas) para comprobar la hipótesis.
Presenten su Diseño al Prof.
Elaboren una lista de los materiales necesarios para realizar los experimentos que diseñaron.
Recopilen los materiales de la lista, para llevarlos al laboratorio.
Construyan los instrumentos diseñados.
Presenten los instrumentos construidos al Prof.
¿Los instrumentos funcionan?
no
si
Justifiquen con argumentos Físicos el por qué (posiblemente) no funciona el instrumento.
Presenten al Prof. las justificaciones del por qué no funciona el instrumento.
Experimenten y recopilen datos.
Comparen los datos obtenidos con la hipótesis a comprobar y establezcan conclusiones.
Presenten al Prof. sus conclusiones.
Propongan, por escrito, recomendaciones que deben tomarse en cuenta en caso de repetirse la misma experiencia.
Elaboren un informe que describa todos los pasos seguidos hasta ahora.
Presenten su informe al Prof.
Presenten, en una exposición breve a sus compañeros de laboratorio, un resumen de su informe.
Evaluación escrita e individual de todo el proceso.

2.2. Explicación detallada de los pasos a seguir para hallar respuestas científicas.

PASO 1 **Infórmate de los objetivos de la Unidad Programática.**

El programa de física para Segundo Año del Ciclo Diversificado, consta de 7 Unidades. Presentamos, a título de ensayo, 5 bloques de experimentos para ser llevados a cabo en el transcurso del Año Escolar (o de dos Semestres). Al comienzo de la presentación de cada Unidad, está una fotocopia del Programa Oficial.

Al leer los objetivos de la Unidad Programática, tendrás una información global del aprendizaje que se aspira de tí. De esta manera, al saber a dónde queremos que vayas, es más probable que procedas con mayor entusiasmo.

PASO 2 **Forma equipo de trabajo con otros estudiantes.**

Te recomendamos que formes equipo con aquellos compañeros con quienes te sientas más cómodo para trabajar. Ten presente que con ellos vas a compartir el esfuerzo de una búsqueda que puede ser sumamente interesante o aburrida según el interés de los integrantes del equipo. Además, en equipo van a compartir una misma calificación.

Creemos que cada equipo de alumnos no debe tener más de cuatro integrantes. Mientras más pequeño sea, es mejor; ojalá se organizaran equipos de dos alumnos, pero esto implicaría mucho trabajo para el control del profesor.

Para mayor rendimiento en el trabajo es conveniente que los integrantes del equipo nombren un coordinador y un secretario. El coordinador es para asegurar que el trabajo se lleve a cabo con la participación de todos sus miembros, que nadie imponga las iniciativas y actividades, que haya disciplina en las discusiones y que todo se escuche con respeto. El secretario debe ser el miembro del equipo que tenga más rapidez en captar y escribir los aspectos más relevantes que acaecerán en el transcurso del trabajo. En fin, una de las primeras condiciones, para el éxito de un trabajo grupal, está en la capacidad de sus miembros en saber distribuirse las diferentes tareas según las capacidades y gusto de cada uno de ellos.



"Entender es inventar o reconstruir por reinvención" (Piaget - sicólogo francés).



Todos comparten las ideas, pero cada uno de los miembros del equipo se encarga de una tarea específica.



PASO 3 **Seleccionen una de las alternativas propuestas para la Unidad correspondiente.**

Para cada Unidad del Programa Oficial presentamos 4 alternativas de trabajo. Cada alternativa propuesta consta de:

—El enunciado del objetivo a lograr;

—Los dibujos de los **posibles** instrumentos a utilizar y de los **posibles** montajes para experimentar;

—Una lista de materiales **posibles** a ser utilizados para experimentar.

Intencionalmente presentamos cada alternativa de trabajo de la manera más elemental posible para **no contaminar las iniciativas** de los alumnos.

Proponemos, para cada Unidad del Programa Oficial, una alternativa que hemos denominado "alternativa libre". Con ésta queremos dar cabida a satisfacer cualquier curiosidad de los alumnos que no esté presente en las cuatro alternativas presentadas.

Aspiramos que cada equipo de alumnos escoja una alternativa de trabajo con la máxima libertad posible. No importa que varios equipos escojan una misma alternativa ya que en la formulación de la hipótesis sí se les obligará a que sean diferentes.

La escogencia que el equipo haya hecho de una alternativa de trabajo será evaluada por su profesor según los criterios del Paso 4.

"La perseverancia en el estudio de la Física y en los trabajos de investigación puede producir un físico excepcional" (Dr. Carlos Luis Ladera. - Un. Simón Bolívar).

PASO 4 **Presenten su alternativa de trabajo y la justificación de su selección al profesor.**

El profesor evaluará su trabajo según los criterios siguientes:

a) ¿Escogieron la alternativa?

b) ¿Indicaron las razones de su escogencia?

c) ¿Justifican estas razones su selección?



Escogen la alternativa que más responde a las motivaciones del equipo.



EVALUACION

¡Ustedes pueden resolver sus problemas! Consulten al profesor sólo cuando están seguros que cumplen con todas las características con las cuales serán evaluados.

PASO 5 **Establezcan el Marco Teórico de la alternativa seleccionada.**

Deben informarse por medio de libros, revistas, etc., sobre todo lo que esté relacionado con el contenido físico de la alternativa que seleccionaron. Mientras mayor sea la cantidad de información que recopilen, más fácil les será todo el trabajo siguiente. Este marco teórico les servirá como punto de partida, es muy probable que en el transcurso del proceso lo vayan enriqueciendo y clarificando más.

Para cada Unidad presentemos un resumen de conceptos básicos con la finalidad de orientar la búsqueda del marco teórico; pero no pretende ser exhaustiva. Con este mismo criterio, presentamos una bibliografía al final del folleto.

Los criterios que el profesor va a utilizar para evaluar el marco teórico están dados en el Paso 6.



La biblioteca del Instituto es el lugar más apropiado para hacer el marco teórico.

"Todo lo que nos rodea está gobernado por leyes físicas, así que, sea cual fuese nuestra actividad predilecta, el conocimiento de la Física nos ayudará a su mejor comprensión" (Ingeniero Maristany Smitter - Un. Carabobo).

PASO 6 **Presenten el marco teórico al profesor.**

Al presentar el marco teórico a su profesor, éste lo evaluará según los criterios siguientes:

a) ¿Señala un resumen, expresado con sus propias palabras, de los conocimientos teóricos que se han acumulado con respecto a la alternativa escogida?
b) ¿Resume las características de cada uno de los términos físicos que va a estudiar?
c) ¿Incluye antecedentes históricos y teóricos de la alternativa?
d) ¿Hace referencia bibliográfica adecuada?



EVALUACION
¡Ustedes pueden resolver sus problemas! Mientras menos consultas hagan al profesor, mayor será su calificación.

PASO 7 **Formulen, por escrito, una pregunta (problema) relacionada con la alternativa seleccionada y justifíquenla.**

Teniendo presente el marco teórico de la alternativa que escogieron, la posible experiencia que puedan tener sobre la misma y, sobre todo, su propia curiosidad alrededor del tema a tratar, planteen un problema, es decir, formulen una pregunta.

Al presentar la pregunta a su profesor, éste les evaluará teniendo presente los aspectos señalados en el Paso 8.

PASO 8 **Presenten su problema al profesor junto con su justificación.**

El profesor les evaluará según los criterios siguientes:

a) ¿Es una pregunta con respecto a la alternativa seleccionada?
b) ¿Se fundamenta en hechos?
c) ¿Está claramente enunciada?
d) ¿Es concreto lo que expresa?
e) ¿Señala razones por las cuales se planteó ese problema?
f) ¿Justifican esas razones el planteamiento del problema que presentan?

PASO 9 **Formulen posibles respuestas (hipótesis) al problema.**

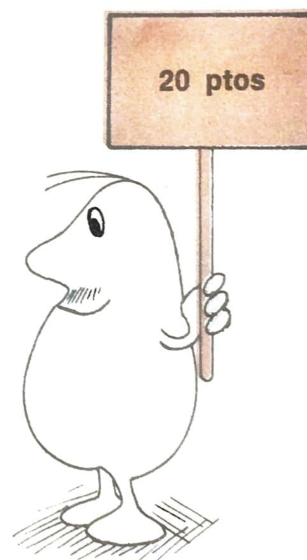
Fundamentados en el marco teórico y en sus propias "sospechas" formulen posibles respuestas (hipótesis) a la pregunta (problema) que Uds. han formulado. Escriban todas las respuestas que se les hayan ocurrido, no se preocupen en pensar que dichas respuestas puedan estar físicamente equivocadas; precisamente para esto es que posteriormente van a experimentar; y, si de hecho las respuestas (o hipótesis) formuladas fueron equivocadas, no por esto habrán perdido —¡en absoluto!— su tiempo. Así es el trabajo científico.

Los criterios que el profesor va a tener presente para evaluarlos, están en el Paso

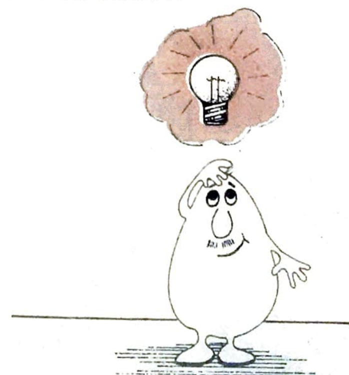
¿Por qué será que...?



"La Física es una carrera de personas creativas, que han logrado desarrollar su sentido crítico, rigor lógico y capacidad de trabajo" (Dr. Máximo García Sucre - I.V.I.C.).



EVALUACION
¡Ustedes tienen la solución de sus problemas! Consulten a su profesor sólo para ser evaluados.



"Si... entonces se cumple que..."

PASO 10 **Presenten su hipótesis y selección a su profesor.**

La hipótesis seleciconada por Uds. y la justificación de su escogencia, preséntelas por escrito a su profesor, éste les evaluará según los criterios siguientes:

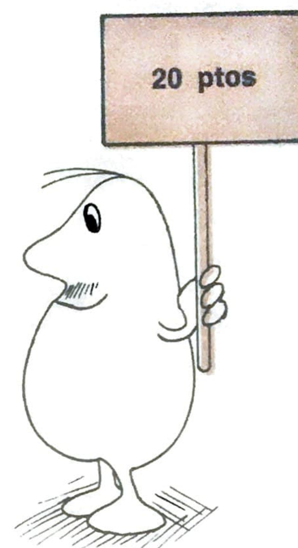
a) ¿Es comprensible la hipótesis?
b) Es una posible respuesta al problema planteado?
c) ¿Establece supuestas relaciones entre causa y efecto implícitas en el problema presentado?
d) ¿Es concreta?

PASO 11 **Describan y/o dibujen instrumentos que les permitan hacer observaciones controladas.**

Fundamentados en la hipótesis que formularon, dibujen los diseños de los instrumentos que van a construir. En cada alternativa propuesta en este folleto de experimentos, encuentran los diseños de los instrumentos a construir para poder experimentar. Pueden tomarlos tal cuales, modificarlos o descartarlos completamente por otros que consideren más apropiados. Describan la forma cómo los materiales serán usados. Al presentarlos al profesor para evaluarlos, éste tendrá en cuenta los aspectos señalados en el Paso 12.

No es sólo el producto de la ciencia lo que debe maravillar al estudiante, sino también el proceso a través del cual se logra ese producto.

EVALUACION



Pueden hacer sus propios diseños. Entonces demostrarán que son ingeniosos.

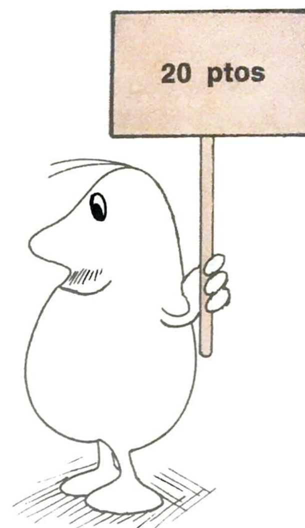


PASO 12 **Presenten su diseño al profesor.**

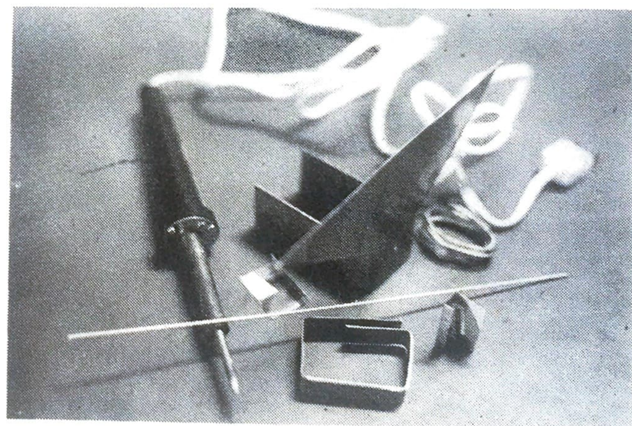
El profesor les evaluará su diseño según los criterios siguientes:

a) ¿Están descritos los materiales que usarán?
b) ¿Son los materiales preferiblemente de desecho?
c) ¿Está descrita la forma como cada uno de los materiales o piezas serán usadas en la construcción e implementación de los instrumentos?
d) ¿Hay un dibujo del instrumento que se construirá con el material seleccionado?
e) ¿Está descrito el funcionamiento de los instrumentos que se usarán?
f) ¿Se ajusta este funcionamiento a los principios de la relación causa-efecto de la hipótesis establecida?

EVALUACION



Si quieren, pueden ganar los 20 puntos. ¿Por qué no?



PASO 13 **Elaboren una lista de los materiales necesarios para realizar los experimentos que diseñaron.**

Fundamentados en los diseños de los instrumentos a construir y en los experimentos a realizar, hagan una lista de los materiales que van a utilizar. Nosotros presentamos una lista de dichos materiales; pero es muy probable que no sean suficientes para sus necesidades.

"La Física no está reservada de ninguna manera a mentes geniales, pero sí es conveniente que el individuo que estudia Física tenga una buena inteligencia general y, además, dé muestras de una buena inteligencia abstracta o simbolizante" (Prof. Ignacio Burk - sicólogo).

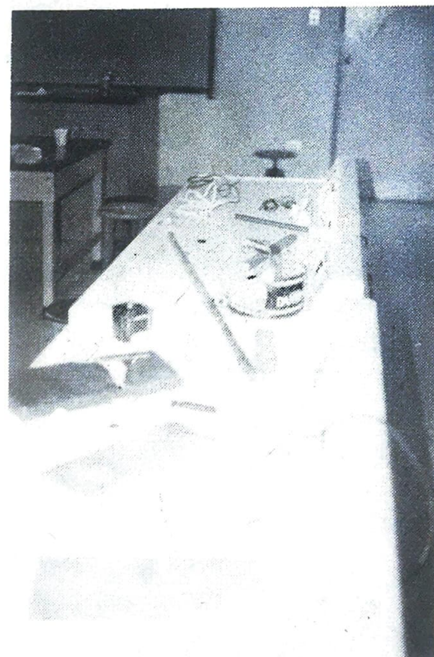
PASO 14 **Recopilen los materiales de la lista para llevarlos al laboratorio.**

Los materiales sofisticados, tales como son los que se compran en los laboratorios especializados, además de ser exageradamente costosos, no son formativos para los alumnos. Decimos que estos materiales son "cajas negras" desde el momento que constituyen una especie de misterio, no se comprende —por lo general— cómo están hechos. Un ejemplo muy familiar de "caja negra" lo representa el televisor; todos saben manejarlo pero casi nadie comprende los principios físicos que lo sustenta. Así mismo sucede con la mayoría de los instrumentos utilizados en los laboratorios de física.

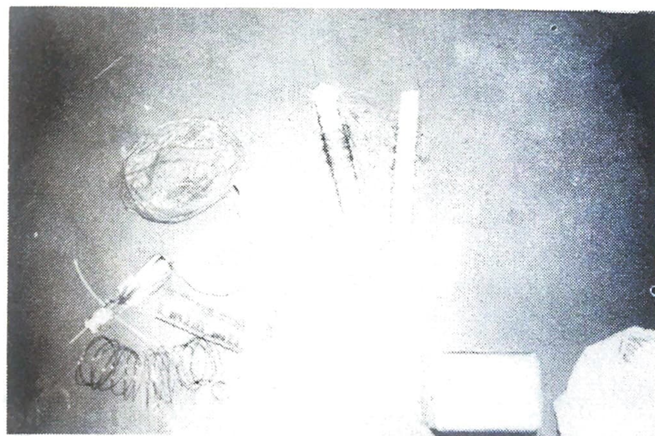
Por motivos como los señalados anteriormente, proponemos no trabajar con materiales sofisticados sino de desecho. ¿Qué entendemos por materiales de desecho? Aquel material que es "basura" para el fin que ha sido construido y en consecuencia no cuesta dinero el adquirirlo sino que hay que buscarlo. Por ejemplo, una licuadora inservible por cualquier desperfecto, es un material de desecho. Pedazos de tablas que botan en las carpinterías, la limadura (o polvo) de hierro que se encuentra en una herrería; tuercas, tornillos en los talleres mecánicos; motores, dinamos, pedazos de cables que se encuentran botados en los electroautos; etc., etc. En fin, todo material que **no cuesta dinero** para adquirirlo, lo consideramos como material de desecho.

El profesor debe ser sumamente cuidadoso y extremista al asegurarse que el material utilizado por los alumnos no ha costado dinero alguno (salvo casos muy excepcionales como pueden ser pilas de 1,5 voltios, no las de 6 voltios que son sumamente costosas para el bolsillo de los padres). Recomendamos al profesor que **rechace** aquel material que los alumnos hayan adquirido **con** dinero.

No importa que no tengan un laboratorio adecuado, no importa que los instrumentos construidos no funcionen... Lo importante es, que allí donde estén y con los medios pobres o ricos con que cuenten, experimenten utilizando el método científico.



El material de desecho es aquel que no cuesta dinero para adquirirlo.



PASO 15 Construyan los instrumentos diseñados.

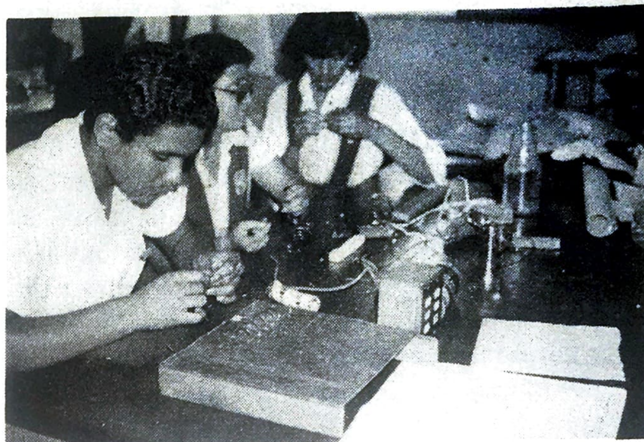
Teniendo a su disposición todo el material necesario, construyan los instrumentos que diseñaron. Es probable que para lograrlo se presenten dificultades como son: **no** disponer de los materiales y herramientas apropiados, falta de habilidades manuales, disponibilidad de tiempo, etc. De ser así, en ningún caso deben desanimarse. Precisamente, el ir superando dificultades como éstas harán que vayan teniendo más confianza en sus iniciativas y consecuentemente despertarán y reforzarán el espíritu creativo que todo ser humano posee. Por esto, les recomendamos que cada vez que se encuentren en dificultades, no consulten inmediatamente al profesor. Consulten con sus compañeros de trabajo, prueben experimentando las ideas que se les ocurran para superar las dificultades. Pero, por favor, **no consulten con su profesor ni con ningún otro,** echarían a perder una de las intenciones principales que persigue el método de trabajo de este folleto de experimentos, el cual es, el despertar y fomentar la creatividad y personalidad científica del alumno.

Tengan presente que el posible fracaso en el funcionamiento de los instrumentos necesarios para experimentar, pueden convertirlo en un gran éxito si explican físicamente el por qué no funcionan como aspiraban o como están en el diseño.

Una vez concluida la construcción de los instrumentos, preséntelos a su profesor, éste los evaluará según los criterios señalados en el Paso 16.

"...la experiencia que uno no hace con plena libertad de iniciativa no es, por definición un experimento, sino un simple ejercicio sin valor formativo" (Piaget - sicólogo francés).

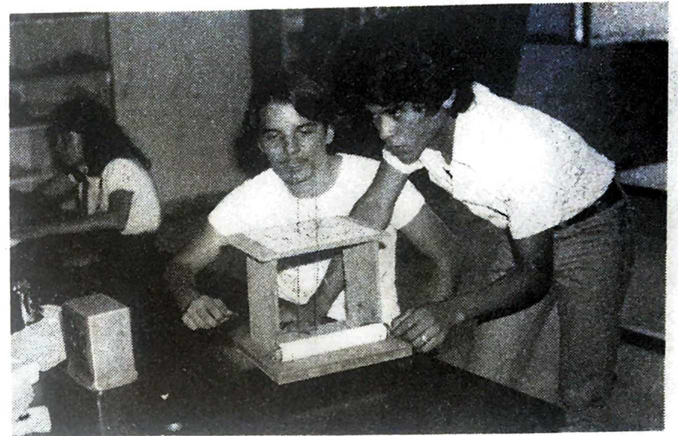
En la medida que ustedes van superando las dificultades que se les presentan, estarán desarrollando su espíritu creativo.



PASO 16 **Presenten los instrumentos construidos al profesor.**

El profesor les evaluará los instrumentos construidos según los criterios siguientes:

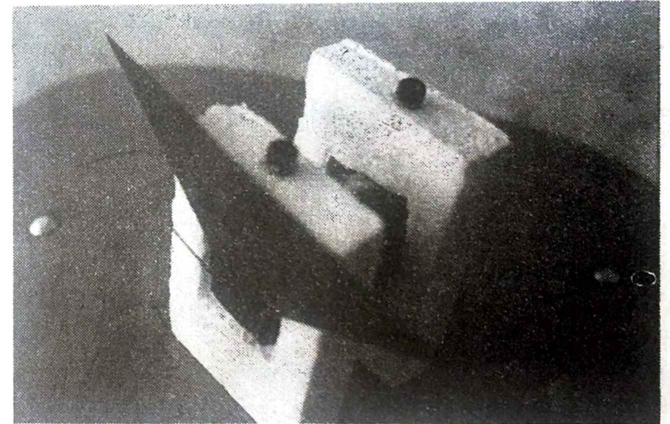
a) ¿Son, preferiblemente, de materiales de desecho?
b) ¿Coinciden con los diseños originalmente presentados?
c) ¿Las modificaciones de los instrumentos con respecto a los diseños originales están justificados por escrito?
d) ¿Tienen descritas las principales dificultades que encontraron al construirlos?



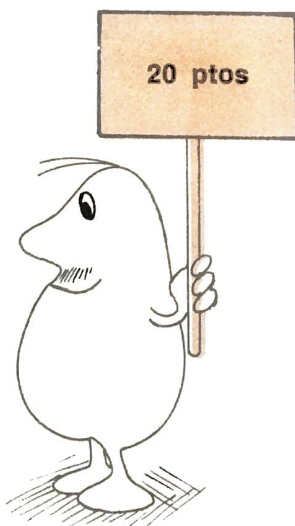
PASO 17 **¿Los instrumentos funcionan?**

Una vez que disponen de sus propios instrumentos, prueben si funcionan para lo que Uds. lo han construido. De ser así, entonces sigan según las instrucciones del Paso 20.

Si a pesar de todas las tentativas que han probado, no hubo forma de hacer funcionar sus instrumentos, entonces sigan las instrucciones del Paso 18.



EVALUACION





"Cualquier error es fructífero cuando se corrige y reestructura... a condición de no hacerlo demasiado pronto".

PASO 18 **Justifiquen con argumentos físicos el por qué no funciona el instrumento construido por Uds.**

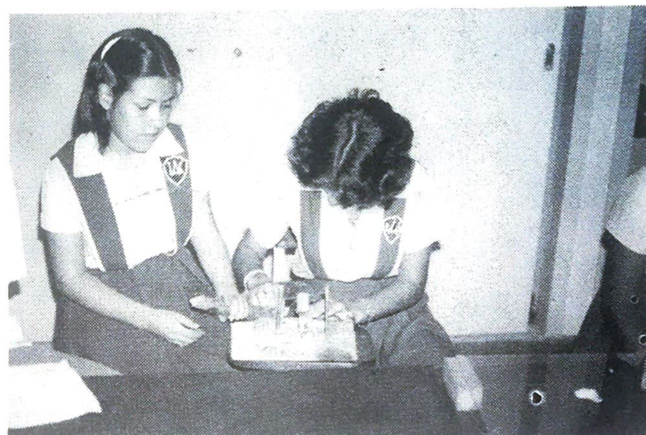
El hecho que, por cualquier circunstancia, los instrumentos construidos por Uds. no funcionan, no debe desanimarlos. Más aún, estamos convencidos de que muy pocos (probablemente el 25 por ciento) de los instrumentos construidos por los alumnos van a funcionar. ¿Y entonces, todo el esfuerzo que han hecho para construir estos instrumentos, se habrá perdido? ¡En absoluto! Porque el objetivo que queremos logren los alumnos no es el de construir instrumentos sino el que los alumnos adquieran una actitud crítica y creativa como la tienen los científicos. Entonces, ¿qué hacer-? Critiquen duramente su propio trabajo, analicen los principios físicos que están involucrados en dichos instrumentos, revisen su propio marco teórico (es muy probable que en este momento encuentren insuficiente los contenidos del marco teórico; entonces revisen de nuevo la bibliografía), reflexionen, intercambien puntos de vista. Precisen posibles causas que interfieren el funcionamiento del instrumento y justifiquen, utilizando fórmulas, leyes, principios, definiciones, etc.

El profesor les evaluará estas justificaciones según los criterios que se dan en el Paso 19.

PASO 19 **Presenten al profesor las justificaciones del por qué no funcionaron los instrumentos construidos por Uds.**

El profesor les evaluará según los criterios siguientes:

a) ¿Son precisas las posibles causas por las cuales el instrumento no funciona?
b) ¿Cada una de las causas presentadas está relacionada de manera lógica con la falta de funcionamiento del instrumento?
c) ¿Cada una de las causas está sustentada de manera cuantitativa y cualitativa con leyes, conceptos, principios, etc., de manera coherente y físicamente correctas?
d) ¿Es suficiente el número de causas posibles que justifican el por qué no funcionó el instrumento?



Critiquen duramente su propio trabajo. Es así como se comportan los científicos.

E V A L U A C I O N
¡Errar es humano!



"Las carreras donde la Física es una materia importante son: Física, Química, Computación, Biología, Materiales, todas las ramas de Ingeniería. En otras carreras como: Medicina, Farmacia, Arquitectura, Bioanálisis, Geología, Geografía, Ciencias de la Tierra" (Dr. Carlos Luis Ladera - Un. Simón Bolívar).

PASO 20 **Experimenten y recopilen datos.**

Procedan a experimentar. Es necesario que sean lo más objetivos posible en las descripciones y recopilación de los datos ya que están en la fase de observación. Todo lo deben escribir de manera clara y ordenada. ¿Cuántos experimentos van a realizar? Todos los que consideren necesarios para poder dar razones científicas a la hipótesis formulada por Uds.

"La Física no está reservada de ninguna manera a mentes geniales, pero sí es conveniente que el individuo que estudia Física tenga una buena inteligencia general y, además, dé muestras de una buena inteligencia abstracta o simbolizante" (Prof. Ignacio Burk - sicólogo).

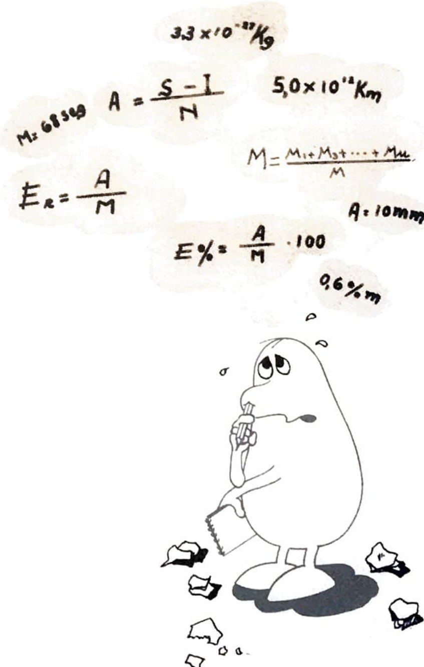
PASO 21 **Comparen los datos obtenidos con la hipótesis a comprobar y establezcan conclusiones.**

Ahora tienen un panorama completo de lo que ha sucedido: la hipótesis formulada, los datos experimentales recopilados y ordenados, el marco teórico, la historia de las dificultades y los éxitos que tuvieron en todo el proceso, el margen de error cometido... Pues bien, a continuación sus esfuerzos deben estar dirigidos a "tejer" todos estos elementos de manera objetiva y físicamente significativa. Es muy probable que necesiten ampliar su marco teórico para poder comprender mejor el significado de todo su trabajo, entonces, vuelvan a consultar la bibliografía.

El profesor los evualará según los criterios establecidos en el Paso 22.



Reflexionen, discutan, consulten libros, lean y relean los datos recopilados. **Hagan un gran esfuerzo:** es el momento de la cosecha.

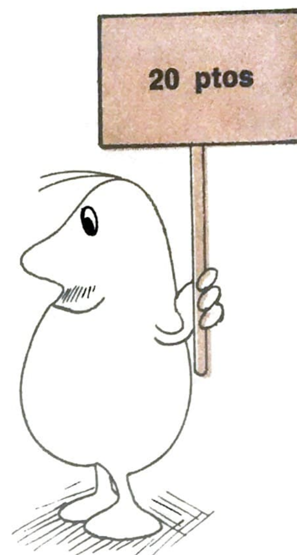


PASO 22 **Presenten al profesor sus conclusiones.**

El profesor evaluará sus conclusiones según los aspectos siguientes:

a) ¿Relacionan el problema con la hipótesis y los datos experimentales?
b) ¿Están sólidamente sustentadas con el marco teórico establecido?
c) ¿Tienen en cuenta los errores cometidos por la imperfección de los instrumentos utilizados y por la falta de entrenamiento de los experimentadores?
d) ¿Señalan posibles aplicaciones prácticas de los hallazgos?

EVALUACION



"La Física es una carrera de personas creativas, que han logrado desarrollar su sentido crítico, rigor lógico y capacidad de trabajo" (Dr. Máximo García Sucre - I.V.I.C.).

PASO 23 **Propongan, por escrito, recomendaciones que deben tomarse en cuenta en caso de repetirse la misma alternativa.**

Tengan presente que el informe definitivo que van a producir en el Paso 24, será archivado en los estantes del laboratorio. Así, el próximo año escolar, otro equipo de alumnos que escojan la misma alternativa que Uds. han trabajado, podrán aprovechar las experiencias vividas por Uds. y ampliarlas o perfeccionarlas. Por este motivo, deben escribir las recomendaciones. Díganle qué harían Uds. si volvieran a trabajar la alternativa escogida para no cometer sus mismos errores o para ampliar más los conocimientos sobre el mismo tema.



Así como los científicos publican sus trabajos en revistas, así ustedes preparen un informe para darlo a conocer a futuros compañeros.

PASO 24 Elaboren un informe que describa todos los pasos seguidos hasta ahora.

El informe consiste en organizar de manera clara, precisa y coherente todo lo sucedido en todos los pasos anteriores. Deben descartar aquellos aspectos de poca relevancia y no deben economizar palabras en todos los aspectos que consideren significativos.

El profesor les evaluará teniendo presente los aspectos indicados en el Paso 25.

PASO 25 Presenten su informe al profesor.

El profesor les evaluará su informe según los criterios siguientes:

a) Lugar y fecha de la experiencia.
b) Nombre de la experiencia.
c) Nombre de los que participaron en los experimentos y del profesor.
d) Descripción concisa de todos los aspectos relevantes acaecidos en todo el proceso.
e) Organizar de manera ordenada y limpia todos los contenidos recopilados a través de todo el proceso.

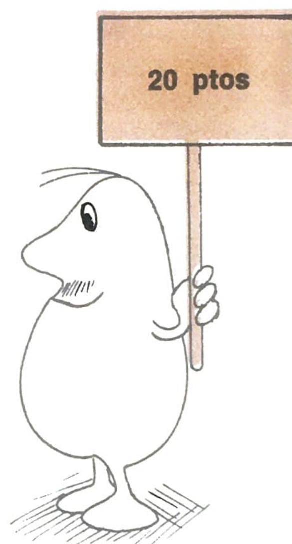
PASO 26 Presenten, en una exposición breve a sus compañeros de laboratorio, un resumen de su informe.

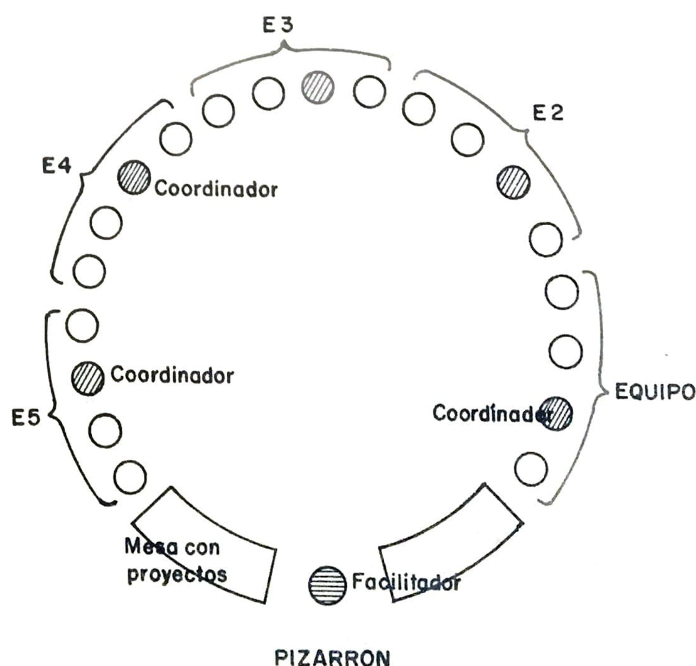
La última sesión de laboratorio, prevista para finalizar esta Unidad Programática, será destinada, la primera parte, para la presentación y discusión de cada uno de los trabajos de equipo; y la segunda parte, para hacer una evaluación escrita según el Paso 27.

Dejen un recuerdo valioso al Departamento de Física: Hagan un buen informe.



EVALUACION





En esta circunstancia, cada representante de equipo, informará de una manera breve y concisa, sobre la experiencia vivida. Mostrarán los instrumentos construidos y el aprendizaje del método científico adquirido.

Un alumno por equipo hará la presentación del trabajo, pero todos los participantes de equipos deben dominar todos los detalles de la experiencia vivida ya que, entre otros motivos, también ellos estarán en la obligación de contestar preguntas que formularán los otros compañeros de laboratorio y del mismo profesor.

Este Paso no será evaluado con la finalidad de lograr un clima de franca espontaneidad y fluidez de comunicación entre los participantes. Todos los alumnos deben estar atentos a la exposición de los diferentes equipos ya que habrá una evaluación escrita, individual y definitiva según los criterios señalados en el Paso 27.

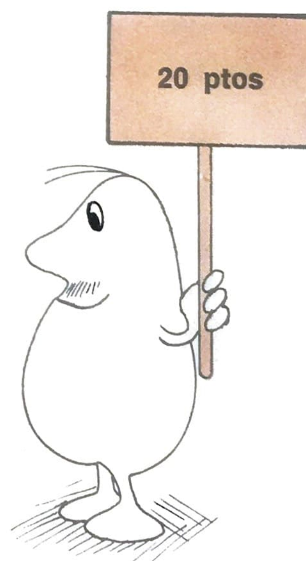
PASO 27 **Evaluación escrita e individual de todo el proceso.**

El profesor hace una evaluación escrita e individual sobre los aspectos siguientes:

1) Refiriéndose al proceso seguido en su equipo de trabajo, describa:
   1-1) El problema planteado.
   1-2) La hipótesis escogida y su justificación.
   1-3) Si un instrumento funcionó. ¿Verificaron su hipótesis? Explique con amplitud la respuesta, relacionando los datos recopilados con la hipótesis formulada y con conocimientos físicos teóricos.
   Si su instrumento no funcionó. Describa dos de las causas por las cuales sospecharon que el instrumento no haya funcionado; y, justifique, con argumentos sustentados en leyes, conceptos, principios, etc., cada una de esas sospechas.
2) Comentar aspectos del trabajo realizado por otro equipo.
   Del equipo que el profesor le indica, Ud. deberá:
   2-1) Escribir el título del trabajo que realizaron.
   2-2) Escribir la hipótesis planteada.
   2-3) Comentar, a favor o en contra, una de sus conclusiones. El comentario debe ser apoyado con argumentos físicos.

En la Discusión Dirigida, hagan valer su punto de vista y aprendan de las experiencias vividas por sus compañeros.

EVALUACION



2.3. Posible distribución en el tiempo de las actividades propuestas en el flujograma.

Los autores del Programa Oficial de Física del Ministerio de Educación precisan, en la Introducción al mismo, lo siguiente:

"El violento desarrollo que ha experimentado la Física en los últimos 50 años ha influido decisivamente en la metodología que los profesores utilizan en el aula. Ya no es posible enseñar a base de contenidos, porque esto resultaría una tarea casi imposible de realizar. Se prefiere enseñar a base de grandes motivaciones". (1)

Pues bien, esta proposición coincide perfectamente con lo que pregonan los métodos activos de la enseñanza. Y nosotros la asumimos totalmente. Precisamente, ésta quiere ser una de las características fundamentales de la propuesta del proyecto del folleto: **apuntamos a formar una actitud en el alumno más que a llenarlo de conocimientos.**

Si nuestros colegas están de acuerdo con este punto de vista, entonces no quedarán sorprendidos sobre las proposiciones siguientes destinadas a distribuir el tiempo de laboratorio para cada proyecto y en el transcurso de un año escolar:

1) Distribuir en el tiempo los Pasos indicados en el flujograma y para cada proyecto de investigación, así:

Pasos: 1-2-3-4 y 5 (primera semana).
" 5 y 6 (segunda semana).
" 7-8-9-10-11-12-13 y 14 (tercera semana).
" 17-18 y 19 ó 17-20-21 y 22
" 15 (cuarta semana).
" 15 y 16 (quinta semana).
" 17-18 y 19 ó 17-20-21 y 22 (sexta semana).
" 23-24 y 25 (séptima semana).
" 26 y 27 (octava semana).

Así, teniendo presente los 180 días hábiles de trabajo escolar, disponen de 36 semanas (180 : 5 = 36); luego, son factibles, con comodidad, la realización de, al menos, cuatro proyectos de investigación en el transcurso del año escolar (36 : 8 = 4).

2) La realización de cuatro posibles proyectos de investigación en el transcurso de un año escolar, puede comprender los contenidos programáticos siguientes:

—Electrostática.
—Circuitos de corriente continua.
—Electromagnetismo.
—Circuito con corriente alterna.

Esta distribución del trabajo en el transcurso del año escolar es una simple proposición. Todavía no disponemos de experiencias suficientes como para proponer una alternativa más firme y valedera.

En todos los casos, el profesor debe respetar, en lo administrativamente posible, el ritmo de avance de cada equipo; el cual, por la naturaleza de sus integrantes y por las mismas dificultades —tan variadas— entre una alternativa y otra, marcará (cada equipo) su propio calendario. Por supuesto, el profesor presionará para que estas diferencias en los avances de los equipos no sean demasiado grandes.

2.4. Sugerencias para evaluar el proceso.

Debido al enfoque del trabajo en el laboratorio propuesto en este folleto, es necesario una evaluación apropiada. Para orientarnos a la evaluación debemos preguntarnos —obviamente— ¿Qué es lo que queremos que aprenda el alumno? Ya lo hemos planteado en el objetivo: queremos que adquiera una actitud creativa. Luego, la evaluación debe apuntar a reforzar en el alumno cualquier manifestación de conducta que probablemente se acerque hacia una actitud creativa.

Ahora bien, estamos frente a un problema sumamente complejo de resolver; los especialistas en evaluación nos pedirán primero que definamos operacionalmente qué entendemos por actitud creativa; y, segundo, nos exigirán que construyamos items objetivos y válidos. Pero creemos que dar una definición operacional de las conductas que pretendemos alcancen nuestro alumnos es, precisamente, incongruente con el mismo objetivo: ser creativos. ¿Quién puede prever, con precisión, cuáles deben ser las conductas que puedan calificar de creativo a un alumno determinado?

Pero sí presentamos una evaluación donde el alumno sepa qué es lo que el profesor va a exigir. La subjetividad —inevitable— en la interpretación de las características que van a ser tomadas en cuenta para medir la evaluación es un precio que tanto el equipo medido como el medidor tendrán que pagar. Está por verse si, a pesar de este costo, logramos rescatar a los alumnos y al profesor del fastidio e inutilidad del tiempo dedicado a los laboratorios.

Normas generales para evaluar a un equipo de alumnos

El programa oficial exige que cada alumno reciba dos horas de laboratorio semanal y otras dos horas de teoría. Si, además, tomamos en cuenta que sólo la mitad del curso está en el laboratorio, podemos inferir que, para el Ministerio de Educación, tiene mayor importancia el tiempo dedicado al laboratorio que en el aula. Nosotros compartimos este criterio, desde el momento en que la Física, como materia científica, es fundamentalmente experimental. Por las razones expuestas proponemos que:

Norma Nº 1: Medir la evaluación del trabajo de laboratorio en 10 puntos sobre los 20 puntos totales.

Para reforzar el trabajo de equipo, para obligar a que todos sus miembros estén sincronizados en el trabajo, para controlar la inasistencia justificada o no de los alumnos en el laboratorio obligando a que los compañeros del equipo lo "pongan al día", proponemos:

Norma Nº 2: En el momento de medir la evaluación de un Paso del proceso señalado en el flujograma, todos los alumnos del equipo deben estar presentes delante del profesor y la nota colocada será la misma para todos los integrantes del equipo, excluyendo el Paso 27 por tratarse de una evaluación individual.

El proponer 10 etapas de evaluación para cada proyecto de investigación, tiene como finalidad el que los equipos se sientan asistidos y reforzados por su profesor durante todo el proceso. Como un proyecto puede durar hasta 8 semanas, es muy probable que el profesor necesite la nota para el boletín de calificaciones. Por esto proponemos:

Norma Nº 3: Si el reglamento del Instituto es la de entregar calificaciones a los alumnos cada mes, cada dos meses, etc., entonces el profesor promediará el número de notas logradas por cada equipo en el lapso respectivo de un mes, dos meses, etc.

Para fomentar la independencia intelectual entre los alumnos y profesor y obligar a que ellos resuelvan —en lo posible— los problemas que se les van presentando, proponemos:

Norma Nº 4: Un equipo consultará al profesor sólo para ser evaluado al culminar cada una de las etapas previstas en el flujograma.

Cuando el equipo de trabajo pida ser evaluado por el profesor, éste procederá según cada una de las características propias de cada etapa señaladas en la "Hoja de evaluación de equipo para el profesor"; al confrontarlas con las que el equipo presenta y encontrar incongruencias en, al menos, una de ellas, orientará adecuadamente al equipo para que sus integrantes sigan trabajando hasta superar las dificultades presentadas; entonces se habrá producido lo que llamamos un "rechazo" a la etapa en cuestión. Ahora bien, para cumplir con una de las fases obligatorias de todo proceso de enseñanza-aprendizaje, como es la llamada **evaluación formativa,** proponemos:

Norma Nº 5: La primera vez que un equipo exige ser evaluado en cada una de las etapas propuestas en el flujograma, no debe ser calificado a no ser que no presente ninguna incongruencia con las características exigidas; entonces, de ser así, se calificará con 20 puntos.

La Evaluación es un proceso positivo de la enseñanza-aprendizaje. Así debe manejarla el profesor y así debe ser comprendida por los alumnos: evaluamos para facilitar el aprendizaje, no para castigarlo. Los alumnos aspiran sacar la máxima calificación, esta razonable y justa aspiración debe compartirla el profesor. Pero, en todos los casos, el profesor debe ser justo en las calificaciones y, en consecuencia, debe dar a cada equipo lo que merece; así, con el espíritu que rige la Norma Nº 4, proponemos la siguiente:

Norma N° 6: Cada rechazo, a partir de la segunda tentativa que el equipo hace en una etapa, el profesor procederá a disminuir 2 puntos de los 20 que le correspondería, a no ser que, en la segunda tentativa, lograran todas las características previstas en la etapa correspondiente.

Por último, proponemos una evaluación escrita e individual según las características señaladas en el Paso 27 del flujograma. También esta evaluación debe ser tomada con la finalidad de que el alumno logre el aprendizaje y no de "cazar" al que no sabe para castigarlo. Por eso proponemos:

Norma N° 7: El profesor califica cada pregunta de la evaluación escrita según la importancia de cada una de ellas. Si una prueba califica con menos de diez puntos, mantendrá una confrontación oral con el alumno con la finalidad de corregirlo y darle la oportunidad de obtener los 10 puntos, aunque sea a través del cumplimiento apropiado de una tarea.





HOJA DE EVALUACION DE EQUIPO PARA EL PROFESOR
(Corte esta hoja y ofrézcala gentilmente a su profesor)

Año y Sección ____________________

Nombre de los integrantes del equipo ____________________

Problema en estudio ____________________ Hipótesis a comprobar ____________________

Nombre del Paso a evaluar	Características que deben ser tomadas en cuenta	Número de rechazos	Nota	Observaciones
4. La alternativa	—¿Escogieron la alternativa?			
	—¿Indicaron las razones de su escogencia?			
	—¿Justifican estas razones su selección?			
6. El Marco Teórico	—¿Señala un resumen, expresado con sus propias palabras, de los conocimientos teóricos que se han acumulado con respecto a la alternativa escogida?			
	—¿Resume las características de cada uno de los términos físicos que va a estudiar?			
	—¿Incluye antecedentes históricos y teóricos de la alternativa?			
8. El problema	—¿Es una pregunta con respecto a la alternativa seleccionada?			
	—¿Se fundamenta en hechos?			
	—¿Está claramente enunciado?			
	—¿Es concreto lo que expresa?			
	—¿Señala razones por las cuales se planteó ese problema?			
	—¿Justifican esas razones el planteamiento del problema que presenta?			
10. La Hipótesis	—¿Es comprensible?			
	—¿Es una posible respuesta al problema planteado?			
	—¿Establece supuestas relaciones entre causa y efecto?			
	—¿Es concreta?			
11. Diseño de Instrumentos	—¿Están descritos los materiales que usarán?			
	—¿Son materiales de desecho?			
	—¿Está descrita la forma como cada uno de los materiales o piezas serán utilizados en la construcción e implementación de los instrumentos?			

Nombre del Paso a evaluar	Características que deben ser tomadas en cuenta	Número de rechazos	Nota	Observaciones
	—¿Hay dibujos de los instrumentos que se construirán con el material seleccionado?			
	—¿Está descrito el funcionamiento de los instrumentos que se van a construir?			
16. **Instrumentos construidos**	—¿Son materiales preferiblemente de desecho?			
	—¿Coinciden con los diseños originalmente presentados?			
	—¿Las modificaciones de los instrumentos con respecto a los diseños originales están justificadas por escrito?			
	—Tienen descritas las dificultades principales que encontraron al construirlos?			
19. **Las justificaciones del por qué no funciona el instrumento**	—Cada una de las justificaciones que presenta y que pretende explicar el por qué el instrumento (o los instrumentos) no funcionan, ¿están fundamentados en argumentos físicos?			
	—¿El número de justificaciones que presentan son suficientes como para aceptar el hecho que el instrumento (o los instrumentos) no funciona(n)?			
22. **Conclusiones**	—¿Relacionan el problema con la hipótesis y los datos experimentales?			
	—¿Están sólidamente sustentadas con el marco teórico establecido?			
	—¿Tienen en cuenta los errores cometidos por la imperfección de los instrumentos utilizados y por la falta de entrenamiento de los experimentadores?			
	—¿Señalan posibles aplicaciones prácticas de los hallazgos?			
25. **El informe**	—Presentación.			
	—Lugar y fecha de la experiencia.			
	—Nombre de los que participaron en los experimentos y del profesor.			
	—Descripción concisa de todos los aspectos relevantes acaecidos en todo el proceso.			
	—Ensamblaje ordenado y limpio de todos los Pasos del flujograma.			
27. **Evaluación individual**	—Evaluación escrita e individual según lo señalado en el Paso 27 del artículo 2-2.			
	—Nombre de cada uno de los participantes de este equipo:			

2.5. El profesor en el laboratorio debe ser: investigador, facilitador, asesor de grupos y observador. (Este artículo fue escrito para este folleto por el Licenciado Rafael Salcedo).

La aplicación del método científico, con probabilidades de éxito en el laboratorio de física, en Educación Media, dentro del espíritu llamados "métodos activos", supone la adopción de una actitud bastante diferente a la convencional, por parte de los estudiantes y los profesores que habrán de estar involucrados en un proceso de esta naturaleza. La nueva actitud que reclama la tarea de experimentar activamente en grupos, utilizando materiales de desecho, lleva implícita la exigencia de ver y desempeñar, desde un ángulo diferente al ya conocido, los roles que han de cumplir los estudiantes y el profesor.

De acuerdo con este nuevo enfoque del aprendizaje, a los estudiantes corresponderá la mayor cuota de actividad, la cual se inicia, a partir del momento en que se informan acerca de los objetivos de la unidad programática objeto de estudio. A partir de este momento, la tarea de aquellos está pautada según una secuencia lógica de pasos (Flujograma), que garantizan el rigor metodológico característico del quehacer científico.

Pero, si bien es cierto que se pauta la labor de investigación, no es menos cierto que, el recurso humano, representado por los estudiantes, constituidos en grupos o equipos, requieren del más amplio margen de libertad para decidir por ellos mismos, respecto a la alternativa en torno a la cual habrán de realizar el experimento.

La mencionada libertad deberá devenir en una condición de independencia del estudiante respecto de la conducción del profesor, cada vez más creciente.

Sólo dentro de evidentes límites de libertad e independencia, será posible que se manifieste la creatividad, que viene a constituirse en una condición esencial para que ocurra el experimento.

Planteadas así, en forma somera, las condiciones y actividades que habrán de definir el rol del estudiante, resulta evidente que, el rol docente tendrá un perfil diferente al que hemos conocido hasta ahora. En efecto, en vez de poner énfasis en constatar resultados o productos, hará resaltar el proceso de investigación; en vez de imponer condiciones y seleccionar opciones, dejará que las decisiones sean tomadas por los estudiantes; en vez de sobreproteger y maniatar a éstos, les dejará actuar, con tales aspiraciones que, sin pecar de caer en utopías, lleguen a un punto en que no necesitan de él para realizar algunas de las tareas conducentes al logro del objetivo que se hayan planteado.

Quizás, un aspecto por demás interesante de la nueva relación que habrá de establecerse entre estudiantes y profesor, sea el hecho de que, tanto aquellos como éste se estarán intercambiando los roles, en lo que al aprendizaje del quehacer científico se refiere. El fundamento de esta presunción está en que, mientras los estudiantes investigan, el docente deberá estar atento al proceso indagatorio, para poder retroinformar y plantear interrogantes respecto a lo acertado o desacertado de los cursos de acción que hayan ensayado los aprendices de investigaadores. Llegará un momento en que, quiéralo o no, estará, junto con los estudiantes, investigando.

A lo largo del desarrollo de la tarea emprendida por los estudiantes, el profesor deberá actuar como asesor grupal y como facilitador del aprendizaje. Ambas exigencias le plantearán, a su vez, una condición o requisito: **ser un agudo observador de la conducta humana.**

"Un profesor de Física en Educación Media puede hacer investigación física; bastaría que tomase alguno de los fenómenos físicos que observa a su alrededor y trate de darle una explicación usando el método científico" (Dr. Carlos Luis Ladera - Un. Simón Bolívar).

Algunas orientaciones relativas al trabajo con grupos.

Hemos dicho que, el rol que corresponde desempeñar al profesor que trabaja de acuerdo a las exigencias de esta modalidad de enseñanza-aprendizaje, demanda que sea, simultánea y|o alternativamente: investigador, facilitador, asesor de grupos y observador. Pasaremos ahora a caracterizar y describir algunas de las tareas que debe realizar un facilitador y asesor de grupos, y los momentos o etapas en los cuales tales tareas han de cumplirse.

Lo referente a la conducción grupal, en términos de la facilitación y asesoría, deberá realizarse conforme a ciertos principios de la acción grupal, y tomando en cuenta que, los grupos, como entes dinámicos, evolucionan o se desarrollan según etapas más o menos definidas.

El profesor que aspire comprender a los grupos con los cuales interactúa, debe estar consciente, que la existencia y vigencia de los grupos será posible, en la medida en que se garanticen y se respten los principios siguientes:

a) Entre los integrantes de un grupo es necesario que estén abiertos todos los posibles canales de comunicación, que permitan la interacción;

b) Los grupos deben tener muy claro el objetivo hacia el cual han de orientar los esfuerzos mancomunados;

c) El logro del objetivo será posible si hay ciertas normas o reglas que regulan la vida del grupo;

d) El grupo mismo debe ser capaz de discriminar las situaciones que demandan una reconsideración de las normas, cuando éstas entraban su propio desarrollo, es decir, debe actuar con flexibilidad;

e) El desarrollo cada vez más evidente será posible si se propicia y practica un liderazgo compartido;

f) El ambiente para el trabajo grupal debe ser el más adecuado, especialmente en lo referente a espacio, carencia de interferencias y recursos indispensables para el aprendizaje; y,

e) **Solución y repetición de ciclos:** En este momento de la vida del grupo, se da una total entrega a la tarea, aunque esto no implica que evada las situaciones referentes al campo afectivo. Lo que distingue tal vez con más claridad al grupo en este estadio, es que ha llegado a la madurez, la cual se expresa en su atención por igual a la tarea y a la persona, y en la prontitud con que evalúa y contrarresta los focos destructivos que ponen en peligro su vida.

Consideramos que resulta impostergable

g) El grupo requiere que, con prontitud se le suministre retroalimentación respecto a la manera como va encauzando sus esfuerzos hacia el logro del objetivo.

Otra fuente de apoyo al trabajo de un facilitador y asesor de grupos está representada por el conocimiento que éste debe tener acerca de **cómo evolucionan los grupos.** Al respecto es oportuno precisar, dentro de ciertos límites de generalización permisibles, que a lo largo del desarrollo, los grupos pasan, con más o menos variaciones, por las etapas siguientes:

a) **El principio:** Esta fase se caracteriza porque los miembros del grupo están como vigilantes, escudriñando el ambiente, con aprehensión acerca de quiénes serán sus compañeros y quién los dirigirá. Se dedican los miembros a indagar y recolectar datos, teniendo como marco de referencia a sus propias experiencias.

b) **Movimiento hacia la confrontación:** Se evidencian conductas de afirmación personal, que tienen como indicadores manifestaciones de status, prestigio y poder. Se entabla entre los miembros como una prueba de fuerza, donde cada quien, en forma expresa o encubierta manifiesta que quiere conservar su identidad.

c) **Compromiso y armonía:** Aquí se pone de manifiesto la necesidad de que se instale un clima de armonía, para el logro de objetivos comunes. Se dan manifestaciones que buscan eliminar la hostilidad que pueda estar interfiriendo la comunicación. Se aceptan las disensiones y desviaciones. Se busca la cooperación.

d) **Reevaluación:** conciliación de la atención a la persona y a la tarea. En esta etapa el grupo se da cuenta que hay que aumentar la responsabilidad individual y grupal para poder sobrevivir. Se otorga mayor libertad en la comunicación. Se aumenta la participación en el trabajo, a través de la división del mismo.

la referencia a los principios de la acción grupal y las etapas de desarrollo de un grupo, en razón de que se supone, que en la medida en que el facilitador y asesor grupal los conoce, puede focalizar mejor su observación, lo cual, consecuentemente, le permitirá ser más eficiente como conductor de grupos. En lo que respecta a la efectividad y eficiencia del grupo o de los grupos (equipos) en el logro del objetivo propuesto, se piensa que, teóricamente, aquellos que logren acoplarse con mayor prontitud y logran la madurez como grupo, podrán concretar experiencias compartidas más completas.

Concordante con este último planteamiento, se piensa que, el facilitador de grupos debe plantearse como meta, la de lograr que éstos lleguen a desarrollar al máximo su potencial creativo, con el concurso de sus individualidades, a través de la búsqueda incesante de las respuestas a las interrogantes planteadas y dentro del espíritu de cooperación e indagación que caracteriza a la investigación científica.

Las actividades del profesor durante el trabajo de los grupos o equipos:

a) Informar a toda la sección acerca del método de trabajo que se pondrá en práctica en el laboratorio.

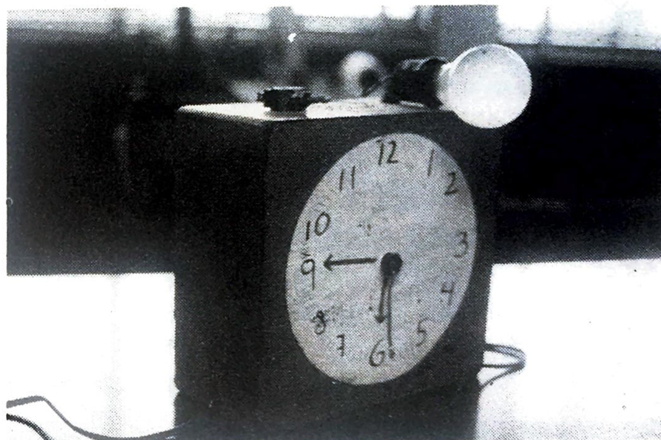
b) Conformar equipos integrados por no más de cuatro estudiantes.

c) Dar instrucciones a los equipos acerca de: designación de un coordinador, establecimiento de normas y disponibilidades en cuanto a lugares de trabajo, canales de comunicación entre los miembros, designación de responsabilidades entre los miembros, cooperación, etc.

d) Suministrar retroalimentación a los equipos durante el desarrollo de las actividades en el laboratorio, recordando deberes y derechos de cada miembro dentro del grupo.

e) Dar retroalimentación a los equipos, en las oportunidades en que acudan a presentar los informes señalados en el flujograma con los números 4, 6, 8, 10, 12, 16, 19 ó 22, 25. Tal retroalimentación debe aportar primero una descripción de lo presentado y luego una contrastación entre lo presentado y lo esperado, para hacer notar al equipo las coincidencias o las discrepancias.

"El buen profesor tratará de crearle —al alumno— la conciencia de haber triunfado, de haber logrado comprender; esta satisfacción es el mejor estímulo y la mejor motivación para que un alumno estudie dia por día con entusiasmo su física" (Prof. Ignacio Burk - sicólogo).



Durante la discusión de los informes finales entre los equipos (Paso 26 del flujograma)

De acuerdo con las características de la técnica denominada Discusión Guiada, el facilitador deberá conformar una batería de preguntas en torno a los aspectos más relevantes del trabajo de cada equipo. Una primera fuente de preguntas la constituyen los informes finales que cada equipo ha debido presentar al facilitador antes de la reunión. Otra fuente de preguntas estará representada en el momento en que cada coordinador de equipo, estará informando a los compañeros de otros equipos sobre el trabajo realizado.

Es importante que tales informes hagan énfasis primariamente en el proceso a través del cual les fue posible llegar a determinados resultados finales. El producto final que los equipos presenten como resultado del proceso por el cual han pasado, será también objeto de análisis.

Previsto el facilitador de toda la información relevante acerca de las experiencias de investigación por las cuales han pasado los equipos, procederá a guiar una discusión.

La mencionada Discusión Guiada podrá realizarse gracias a la existencia de un número de preguntas relativas a los aspectos relevantes de cada proyecto. Una forma de asegurar que no ocurra la improvisación de preguntas, es elaborar una lista de éstas. Dicha lista debe contener preguntas generales sobre proyectos concretos, seguidos de preguntas específicas, relativas a aspectos particulares de cada proyecto. Lo que se persigue con esto es conformar una muestra de preguntas que sea bastante representativa de cada proyecto o experiencia.

El facilitador debe involucrar en las respuestas a todos los presentes, sin dirigir en particular a alguien la pregunta.

El control visual de toda la audiencia, con miradas exploatorias rápidas a los presentes, es una invitación a todos y al mismo tiempo a uno cualquiera de los miembros del grupo a responder.

Ante preguntas surgidas de la audiencia hacia el facilitador, éste no debe esforzarse en responder. El no es un ser omnisciente que todo lo sabe; es muy probable que más enterados están los propios participantes en la experiencia a que alude la pregunta. Por consiguiente, la vía más adecuada que queda al facilitador es redirigir la pregunta a quien la ha formulado, ya que es probable que este estudiante tenga una respuesta sobre el particular. Otra alternativa que queda al facilitador, en estos casos, es redistribuir la pregunta a todos los integrantes del grupo, pues es bastante probable que los propios participantes de la experiencia tengan la respuesta acertada.

Superada la situación de las preguntas provenientes de la audiencia, el facilitador debe proseguir, dirigiendo las preguntas que ha elaborado.

El propósito de este trabajo es el de lograr el intercambio de experiencias, a través de la discusión.

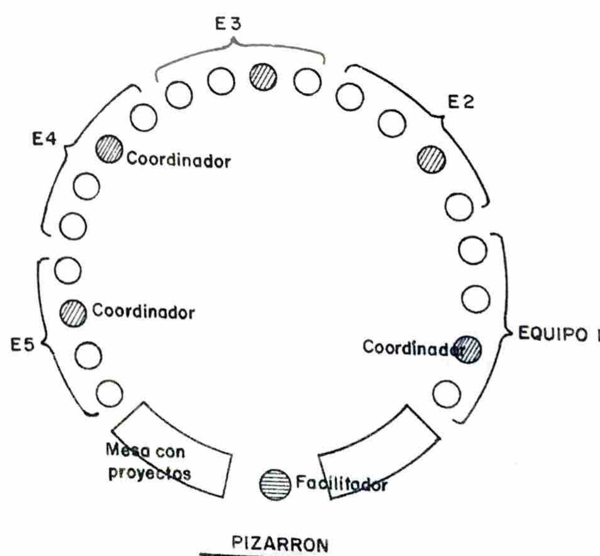
El carácter directivo de la técnica de Discusión Guiada, exige que el facilitador tenga cuidado de no perder el control de la reunión. Es bastante probable que si el facilitador no logra conducir con dinamismo la discusión, se carga en momentos de apatía y se produzca una sensación de hastío. Conviene que el facilitador haga de este momento la oportunidad de destacar el esfuerzo realizado por los participantes de las experiencias.

Otro riesgo que se corre cuando se conduce una discusión guiada, es el de que se convierta en libre intercambio de experiencias. Tal situación, aunque muy provechosa para los grupos, puede desviar el objetivo central de la reunión, que debe buscar, a todo trance, el máximo intercambio de experiencias, destacando el carácter de la investigación científica.

La distribución de los participantes en la discusión guiada es un aspecto que merece especial atención. En primer lugar, debe garantizarse un espacio donde quepan, holgadamente, todos los integrantes del grupo total más el facilitador. Debe cuidarse que no hayan obstáculos físicos entre los participantes. Las condiciones de iluminación, ventilación y asientos deben esta raseguradas.

De ser posible, un pizarrón u hojas de papel bond para rotafolio, así como tiza y o marcadores, pueden ser útiles para plasmar algunas anotaciones que el facilitador y los participantes juzguen conveniente hacer.

Una ubicación de los miembros del grupo para la discusión guiada puede ser en forma de herradura, con el facilitador en la abertura de la misma. Tal colocación de los participantes, permite la comunicación y da oportunidad al facilitador de mayor movilidad, pues, puede abarcar a todo el grupo y, utilizar, eventualmente, el pizarrón o un recurso parecido. La ubicación antes descrita se representa a continuación:



Un sitio al cual tengan acceso visualmente todos los presentes en la discusión, debe ser reservado para los trabajos realizados por los equipos. Tales trabajos, que expresan el esfuerzo de los estudiantes pueden ser usados, a la par que como legítimos refuerzos por la labor cumplida, como recursos de apoyo para la discusión que estará guiando el facilitador. Ellos son, en sí, fuentes muy valiosas de las cuales se pueden extraer preguntas relevantes.

Para concluir la discusión en torno a las experiencias, el facilitador, junto con los participantes conformarán un cuerpo de conclusiones en torno a la experiencia global de aplicación del método científico en el laboratorio, empleando materiales de desecho. Aprovechando una probable actitud cooperativa entre los participantes, puede inducir al grupo a producir un material impreso que resuma las experiencias y que quede en poder de cada miembro, y que al propio tiempo pueda ser entregado a la biblioteca, como fuente de consulta que permita el conocimiento de estas experiencias.

2.6. La gentil colaboración que aspiramos de los colegas profesores.

Una vez más sentimos la necesidad de citar a Piaget:

"En la aplicación de los métodos activos el educador sigue siendo indispensable en tanto que animador para crear las situaciones y construir los dispositivos iniciales susceptibles de plantear problemas útiles al niño, y además para organizar ejemplos contrarios que obligan a reflexionar y a controlar las soluciones demasiado precipitadas; lo que se pretende es que el maestro deje de ser un mero confereciante y que estimule la investigación y el esfuerzo en lugar de contentarse con transmitir soluciones cabadas" (4)

Sería suficiente esta cita para que el profesor sepa lo que debe hacer en el laboratorio para llevar a feliz culminación el enfoque que en este folleto proponemos. Pero debido a que el papel del profesor **es clave** en el éxito de esta propuesta, queremos recalcar y abundar en recomendaciones.

—Estamos convencidos de que también el profesor puede aprender tanto (o más) que el alumno si acepta la actitud de búsqueda y tenga el suficiente valor de no negar su ignorancia frente a muchas situaciones que, por más conocedor que sea de la Física, se les van a presentar como novedosas.

—No sólo irá aprendiendo más Física junto con los alumnos, sino que también irá descubriendo la mejor manera de implementar cómo enseñar Física a través de los métodos activos ya que "...el maestro se dará cuenta de las dificultades específicas de cada ejemplo, de las explicaciones insuficientes, de los conocimientos incompletos: este **contacto directo** con los alumnos lo llevará sin cesar, a revisar su enseñanza y a mejorarla para que sea provechosa. Observando a sus alumnos y no situándose únicamente en una posición "magistral", **perfeccionará su conocimiento de los niños e individualizará** cada vez más sus métodos". (5) Luego, no desespere en la inevitable torpeza e incomodidad que en los comienzos de la aplicación de este proyecto va tener junto con sus alumnos.

—Tanto por la inexperiencia de los alumnos como por la del profesor, recomendamos no ser exigentes, al menos para los dos primeros proyectos de investigación.

—Que el profesor profundice al máximo sobre métodos activos y métodos de investigación ya sea a través de cursos, talleres y/o libros. Nosotros recomendamos algunos libros de fácil adquisición y comprensión en la Bibliografía.

—El profesor debe estar atento a la dinámica del trabajo grupal. Debido a la importancia de este aspecto, recomendamos el estudio de las técnicas grupales. En la bibliografía recomendada encontrará algunos títulos de libros que pueden ayudarlo. De todas maneras, nosotros presentamos un esbozo de cómo debe ser llevado a cabo el trabajo de pequeños grupos. (Ver el artículo de la página 35).

—Organizar el laboratorio de manera tal de ir guardando los materiales sobrantes y los mejores trabajos hechos por los alumnos. Estos mismos trabajos los podrá utilizar en el futuro para hacer demostraciones en el aula y así modelar y animar a los alumnos para los trabajos de laboratorio. Además, al finalizar el año escolar es de esperar que dispondrá de tantos buenos trabajos que amerite hacer una exposición pública.

—Es recomendable hacer una colecta en la comunidad del Instituto para adquirir las herramientas necesarias a ser utilizadas por los alumnos. Se podría hacer una campaña para que los representantes donen serruchos, martillos, pinzas, mesas, escaparates, etc.

—Aspiramos que los colegas colaboren con nosotros y a la vez estimulen a los alumnos de la siguiente manera: hacernos saber cuáles son los trabajos más sobresalientes para publicarlos como ejemplos en las próximas ediciones de este folleto.

Consideramos que un trabajo amerita ser publicado en este folleto cuando:

—Los materiales utilizados para construir los instrumentos han sido, en lo posible, todos de desecho; y,

—Los instrumentos funcionan para el fin por el cual fueron construidos.

Se publicará:

—La fotografía de los instrumentos;

—La lista de materiales utilizados;

—Los nombres de los alumnos que los construyeron;

—El nombre del profesor asesor;

—El nombre del Instituto.

Al publicar estos trabajos, queremos:

—Premiar a los alumnos que los llevaron a cabo; y,

—Estimular a los que revisan por primera vez las alternativas de trabajo.

De producirse un trabajo que cumpla con las características antes señaladas, agradecemos informar al autor de este folleto a través de **Editorial Eneva, Caracas,** o también a través del **Pedagógico de Maracay, Dpto. Codo., Maracay.**

CAPITULO 3

EL METODO CIENTIFICO

"La perseverancia en el estudio de la Física y en los trabajos de investigación puede producir un físico excepcional" (Dr. Carlos Luis Ladera. - Un. Simón Bolívar).



Ayer, como hoy, seguimos cambiando el oro por baratijas.

Los conocimientos científicos existentes son inmensos si tenemos en cuenta la capacidad de un solo hombre y su tiempo de vida. Además, estos conocimientos no son definitivos y cada día son perfeccionados y ampliados. Por estos motivos, el estudiante de bachillerato no debe pretender tanto el acumular conocimientos, sino ir descubriendo cómo los científicos hacen la ciencia.

Si tu quieres compenetrarte con el mundo fascinante de la ciencia, debes hacer experimentos científicos, no importa que no tengan un laboratorio adecuado —al menos para el logro de muchos experimentos—, no importa que los experimentos no tengan un resultado muy satisfactorio...; lo importante es, que allí donde estés y con los medios pobres o ricos con que cuentes, trates de experimentar; pero eso sí, utilizando el Método Científico.

El cumplir con el método o procedimiento científico, asegura cierta objetividad en la toma de decisiones y en el enfoque de los problemas. La ciencia pretende ser fundamentalmente imparcial, no subjetiva, busca la verdad y esta no tiene nada que ver con los puntos de vista políticos, filosóficos, religiosos, etc., de cada ser humano. Por supuesto, no significa que estos puntos de vista sean menos importantes (para la vida del hombre) que la verdad científica. No. Sólo que el método científico tiene su propia personalidad para descubrir la verdad; y, si se le confunde con las actitudes subjetivas de cada persona, entonces ya no sería más ciencia.

Debido a que nuestra manera de pensar, hablar, hacer, en fin, de vivir, suele ser subjetiva; entonces, el tener una actitud científica —el ser objetivo— suele ser muy difícil; en particular para los principiantes por no conocer —y sobre todo por no practicar— las técnicas científicas.

3.1. Pasos fundamentales que suelen seguirse para un proyecto de investigación

Lo primero que el investigador se formula es una pregunta que hasta entonces nadie se ha planteado, o, de estar ya formulada, nadie ha podido darle una respuesta científica. De esta manera, el investigador tiene el problema a investigar.

El segundo paso para investigar según el proceso científico, es formular, al menos, una hipótesis. El investigador se "atreve" a dar una respuesta provisional a la pregunta que se formuló, basándose en conocimientos teóricos y algunas veces en su propia intuición (aunque esto sea subjetivo).

Entonces, el investigador, realiza experimentos. Muchas veces estos experimentos son muy geniales, originales, sencillos, suspicaces, de una técnica muy refinada.

La cuarta etapa, consiste en hacer observaciones. En esta etapa —más que en ninguna otra—, es necesario una actitud objetiva por parte del experimentador. Debe estar dispuesto a percibir aun aquello que le pueda parecer ilógico o controversial con respecto a sus conocimientos. Utiliza sus sentidos de una manera directa e indirecta (a través de instrumentos como microscopios, fotografías, audífonos, etc.).

A la vez que observa, el experimentador recopila datos. Para esto va a hacer mediciones, muchas mediciones, lo más cuidadosas posible (con el menor error), pues de éstas van a depender, fundamentalmente, los resultados de la investigación. Para recopilar datos necesita de instrumentos de medición, algunas veces son sencillos y rutinarios como la simple regla; otras veces (los instrumentos) son complejos como las computadoras, osciloscopios, etc.

Por fin, el investigador, basándose en los datos recopilados, en sus conocimientos y en su inteligencia, saca conclusiones. Responde a preguntas como: ¿La hipótesis formulada, fue acertada o no? ¿Qué alcances científicos tienen estos resultados? ¿El problema planteado en esta investigación, ha quedado totalmente resuelto, o son necesarios otros tipos de experimentos?, etc. Entonces saca un informe donde da a conocer todo su trabajo y lo publica en revistas científicas.

Como un ejemplo elemental de cómo se adquiere un conocimiento científico, se describe a continuación lo que hizo un grupo de alumnos que se formularon esta pregunta:

¿Qué diferencia existe entre las interacciones eléctricas y las interacciones magnéticas?

Parte A

Dispusieron de una regla de plástico, ya que ésta se electriza fácilmente al frotarse con el pelo.

Escogieron los materiales siguientes:

—Polvo de corcho.
—Polvo de tela.
—Polvo de plástico.
—Polvo de hierro.
—Polvo de tiza.
—Polvo de goma.
—Polvo de aluminio.
—Polvo de hojalata.
—Polvo de acero.
—Polvo de madera.

Acercaron la regla electrizada a cada uno de los materiales y pudieron ver que, con todos los materiales se manifiesta una interacción eléctrica con la regla de plastico siempre y cuando tomaran las precauciones siguientes:

—Frotar constantemente la regla de plástico ya que ésta fácilmente perdía la propiedad de interactuar eléctricamente.

—Escoger un ambiente seco; así la regla no perdía con tanta facilidad su propiedad de interactuar como sucedía en un ambiente húmedo.

—Lograr que el material fuera lo más polvo posible, ya que mientras más grandes y pesados eran los trocitos, con mayor dificultad se observaban las interacciones eléctricas.

Parte B

Dispusieron de un imán y lo fueron acercando a cada uno de los materiales de la parte A. Hicieron las observaciones siguientes:

a) La interacción se manifiesta sólo con el hierro, la hojalata y el acero.

b) Las interacciones de la parte A) se manifiestan ya sea que el medio esté húmedo o seco.

c) Las interacciones de la parte A) se manifiestan tanto si los materiales están en trocitos como pulverizados.

d) Las interacciones de la parte A) se manifiestan sin necesidad de estar frotando constantemente el imán.

Parte C

En base al análisis de los datos recopilados en las observaciones realizadas comenzaron a sospechar que algunas de las diferencias entre las interacciones eléctricas y las magnéticas podían ser:

1. Las interacciones eléctricas se manifiestan con dificultad a no ser que se tomen las precauciones siguientes:

a) Debe frotarse constantemente al menos uno de los objetos causantes de la interacción.

b) Debe existir un medio seco como es el aire acondicionado.

c) Uno de los objetos interactuantes debe ser lo más liviano posible.

Las interacciones magnéticas no presentan ninguna de las dificultades eléctricas, por lo tanto:

a) No es necesario frotar constantemente al imán.

b) Se manifiestan en cualquier medio.

c) No es necesario que los objetos sean livianos.

2. Las interacciones magnéticas se manifiestan sólo con el hierro o con otros materiales que contengan hierro.

Las interacciones eléctricas se manifiestan con cualquier material.

3. La barra de plástico pierde con suma facilidad la propiedad de manifestar la interacción eléctrica.

El imán no pierde fácilmente la capacidad de manifestar la interacción magnética.

La pregunta que los alumnos se formularon al comienzo de la investigación descrita, no ha sido exhaustivamente contestada. Necesitarían seguir experimentando para poder comprobar si las sospechas están bien fundamentadas y de esta manera lograr conclusiones de tipo generales como, afirmar que sólo el hierro manifiesta la interacción magnética.

De la investigación descrita de manera muy general, son notables algunas de las etapas del proceso científico:

1. Planteamiento del problema: la pregunta formulada por los alumnos.

2. La recopilación de datos: consistió en realizar, observar y tomar notas de los resultados en los experimentos descritos en la parte A y B.

3. Análisis de los datos y formulación de hipótesis: los alumnos, al analizar los resultados, sospecharon haber encontrado la respuesa al problema planteado y así formularon un conjunto de posibles soluciones que constituye la hipótesis de la investigación.

4. La comprobación de la hipótesis y las conclusiones: de acuerdo a lo que hemos descrito, los alumnos no la llevaron a cabo.

Los alumnos investigadores no siguieron rigurosamente las etapas de un proceso científico, inclusive no finalizaron ese proceso; pero sí llevaron a cabo algunas etapas de ese proceso científico. Tal proceso culmina, si de culminación se puede hablar, con el conocimiento obtenido; esto es, con el producto del proceso.

Hacer ciencia es aplicar correctamente el método científico en una investigación, y no es propiamente el producto de la ciencia lo que debería maravillar al estudiante, sino el proceso a través del cual se logra ese producto. La verdad del conocimiento científico no es absoluta; su vigencia se tambalea constantemente, pero el proceso o la actitud para investigar debe continuar.

Otro ejemplo exhaustivo de la aplicación del método científico, puedes leerlo en el texto de: "Física Segundo Año (Ciclo Diversificado)", de Alfio Montoro. Capítulo Nº 4.

3.2. Un ejemplo de informe presentado por los alumnos.

En el Liceo Agustín Codazzi de Maracay hemos ensayado, por primera vez, nuestro proyecto, con 6 secciones de Segundo Año de Ciencias y en los contenidos programáticos correspondientes a Electromagnetismo.

Debido a que dicho ensayo se llevó a cabo sólo para una Unidad del Programa Oficial y finalizando el Año Escolar, no podemos considerar como muy significativos sus resultados. Sin embargo, nos fue sumamente útil para detectar fallas del proyecto y, desde este punto de vista, consideramos que representa un aprimera aproximación hacia la búsqueda de un proyecto más realista.

El informe que presentamos a continuación lo hacemos para que los alumnos vean en él un ejemplo del proceso seguido por un equipo de alumnos, pero no debe ser considerado como "un modelo" de trabajo, ya que, debido a la libertad de iniciativas que debemos darle a los alumnos, ningún trabajo, por más excelente que sea, puede ser considerado como tal.

Alternativa: "Funcionamiento del timbre eléctrico".

Razón de su escogencia: La principal razón por la cual elegimos esta alternativa es que es un modelo de fácil construcción en el cual se le pueden añadir implementos de creatividad propia y se puede ralizar un diseño de mayor complejidad partiendo del timbre eléctrico.

"Todo lo que nos rodea está gobernado por leyes físicas, así que, sea cual fuese nuestra actividad predilecta, el conocimiento de la Física nos ayudará a su mejor comprensión" (Ingeniero Maristany Smitter - Un. Carabobo).

REPUBLICA DE VENEZUELA
Ministerio de Educación
CICLO DIVERSIFICADO
"AGUSTIN CODAZZI"

Un Diseño experimental para la APLICACION DEL METODO CIENTIFICO EN EL LABORATORIO DE FISICA, UTILIZANDO MATERIALES DE DESECHO.

ELABORADO POR:
Aponte G. Carlos A.
Depablos C. Franklin
2º Cs. "K"

PROFESOR ASESOR:
Oswaldo Figuera

Maracay, junio de 1979.

Marco teórico

Todos los cuerpos en el Universo se relacionan entre sí, dando como resultado lo que se ha dado en llamar interacciones. Las interacciones pueden definirse como la relación de afinidad o de repulsión que se lleva a cabo entre los cuerpos. Estas interacciones pueden ser de varios tipos. Así tenemos interacciones por simple contacto, interacciones por gravitación, por magnetismo, etc.

A este último tipo de interacción es a la que queríamos llegar. El magnetismo asociado a la electricidad da como resultado una parte de la ciencia física llamada electromagnetismo. El electromagnetismo se define como la carga magnética en movimiento, por efecto de la electricidad. Este fenómeno es muy aplicado en la actualidad, y tiene su origen en un mineral llamado magnetita, que tenía para ese entonces la propiedad de atraer o repeler ciertos objetos. Posteriormente se le asoció con la electricidad y dio base para el inicio de una nueva era científica sobre la faz de la Tierra.

Una de las aplicaciones del electromagnetismo consiste en la fabricación de los electroimanes, y éste a su vez es aplicado en innumerables objetos que requieren de su uso, entre estas aplicaciones tenemos el timbre eléctrico, que no es más que un dispositivo empleado para generar un sonido muy característico, que es accionado por el paso de una corriente eléctrica.

Es precisamente el electroimán el tema central del presente informe, el cual esperamos sea del agrado de los señores profesores y demás personas que tengan la oportunidad de observarlo.

El timbre eléctrico

El timbre eléctrico es un aparato constituido principalmente por un electroimán, frente a cuyos polos se dispone una armadura elástica, rematada en su extremo por un martillo que produce al golpear a una campanilla el sonido que caracteriza a esta clase de aparatos.

El electroimán no es más que un alambre arrollado sobre un núcleo de hierro dulce, a través del cual fluye una determinada cantidad de corriente eléctrica. La armadura elástica puede ser de material metálico o de material plástico, con la salvedad de que en su base porte una estructura de hierro o de algún otro metal que responda a la fuerza de atracción ejercida por el electroimán.

Funcionamiento del timbre eléctrico

Uno de los conductores se conecta directamente al electroimán, y el otro contra un polo, al cual generalmente se apoya la armadura elástica, cuando está cerrado el circuito eléctrico.

Al accionar el interruptor de corriente, se da paso a ésta, y es entonces cuando el electroimán atrae a la armadura con el martillo, el cual golpea a la campanilla.

Mediante un resorte, la armadura elástica inicia un movimiento de vaivén, que golpea a la campanilla constantemente, ocasionado por la atracción que ejerce el imán y la fuerza contraria a este movimiento, generada por el resorte. Este efecto es producido constantemente hasta que se abra el circuito.

Pregunta o problema

¿Cuál es la relación que hay entre el número de espiras del electroimán de un timbre eléctrico y la intensidad del tono de la campanilla de dicho timbre?

Como sabemos, el electroimán es un alambre arrollado sobre un núcleo de hierro dulce. Para la construcción del mismo, han de emplearse materiales de desecho, y si tomamos en cuenta el siguiente precepto: "el electroimán debe ser construido por uno mismo", entonces cabe suponer que las espiras del mismo influyen en el funcionamiento del timbre.

La razón del por qué de esta pregunta, es porque la misma se constituye en una especie de variable independiente, la cual puede ser controlada fácilmente variando el número de espiras. Así podemos observar su

efecto sobre el timbre, y por consiguiente, sobre la intensidad del tono.

Posibles respuestas a la pregunta

1. El número de espiras de un electroimán incide directamente sobre el funcionamiento de éste, ya que a mayor número de espiras, mayor será la fuerza portante de dicho electroimán, entendiéndose por fuerza portante a la fuerza de atracción que él ejerce sobre la armadura elástica, y si esta fuerza de atracción es producida por un número elevado de espiras, entonces la frecuencia con que el martillo golpeará la campanilla será tal que la intensidad del tono del timbre resultará elevada.

Formulación de la hipótesis

"A medida que aumenta el número de espiras que conforman un electroimán, también aumentará la fuerza portante de éste, la cual traerá como consecuencia que la armadura elástica golpee con mayor frecuencia y fuerza a la campanilla del timbre, lo que degenerará en una nueva consecuencia que es la mayor apreciación definitiva de que **a mayor número de espiras, mayor será la intensidad del tono del timbre eléctrico**".

Diseño del timbre eléctrico:

Resultados obtenidos

A pesar de haber puesto a funcionar el timbre, no se pudo demostrar la hipótesis, aunque estamos seguros de no haberla formulado incorrectamente.

Como era de esperarse, el timbre operó en forma correcta con un electroimán que consideramos de menor número de espiras. La intensidad del tono y la frecuencia con que el martillo golpeaba la campanilla eran sumamente débil, cerciorándonos de que esta debilidad no fuera causada por desgaste de las fuentes de energía. Cuando se intentó ponerlo a funcionar con el electroimán de mayor número de espiras, éste no rsepondió a los resultados esperados.

Conclusiones y errores

La práctica nos demuestra los conocimientos obtenidos en la teoría. Esta experiencia no fue una excepción, y a lo largo de ella intentamos en todo momento en dar con el objetivo deseado.

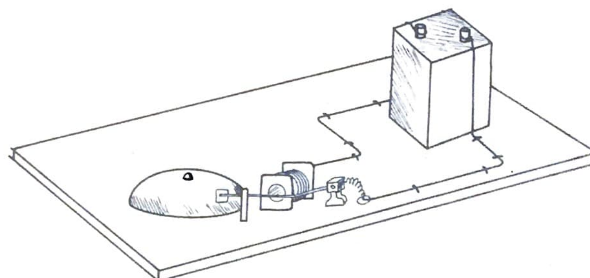
En el presente informe de laboratorio reseñamos algunos errores cometidos durante el período experimental. Estos vienen dados principalmente por la construcción del electroimán, que a nuestro parecer no se ajustó a las reglas establecidas en cuanto a la disposición de las espiras en cuanto a su fijación sobre el núcleo, la armadura elástica, que se tornó muy reacia a ser atraída por el electroimán debido a su poca flexibilidad, la escogencia de un buen material de apoyo (tabla sobre la que iba montado el timbre), la cual en muchas ocasiones sufrió partiduras por efecto de los clavos.

Recomendaciones finales

Para iniciar este aspecto, nuestra principal recomendación va con respecto a la construcción del electroimán, para ello, recomendamos utilizar alambre de embobinado de motores para mejores efectos, y la utilización de un núcleo de hierro dulce de proporciones no muy exageradas.

También la campanilla debe ser de un diámetro dentro de los límites, no muy grande porque se dificultaría aún más la percepción del tono del timbre. La armadura elástica debe ser también pequeña, recomendablemente de metal para que responda mejor al electromagnetismo, y de una consistencia suave, es decir, que no sea una barra metálica erecta que en ningún momento ofrezca resistencia a ser levemente flexionada por efecto de la atracción del electroimán.

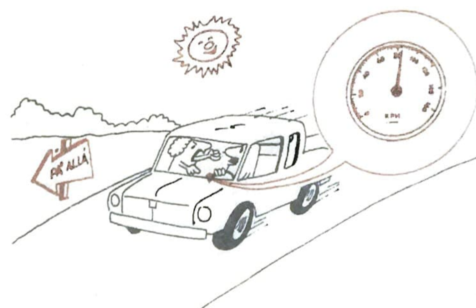
Por último queda de nuestra parte recomendar mucha seriedad y empeño en el trabajo ya que estamos trabajando con algo muy preciado en el mundo científico de hoy: el Método Científico, no hay que agarrar las cosas deportivamente porque debemos pensar que ésto se constituye en un arma de doble filo: a medida que vamos siendo evaluados, nos vamos preparando para la tarea que nos aguarda en niveles de estudios superiores.



CAPITULO 4

COMO TRATAR LOS INEVITABLES ERRORES DE MEDIDAS

"La Física es una carrera de personas creativas, que han logrado desarrollar su sentido crítico, rigor lógico y capacidad de trabajo" (Dr. Máximo García Sucre - I.V.I.C.).



(fig. 13)

4.1. Para leer la escala de un instrumento de medida debe conocerse su apreciación.

En todo instrumento de medida, generalmente, se observa una escala graduada, donde la distancia entre dos marcas consecutivas o división de la escala representa un valor determinado de la unidad de medida. Se **llama apreciación de un instrumento de medida** al valor asignado a cada división de la escala.

Así, al decir que la apreciación de una regla graduada es un centímetro, se quiere decir, que el valor asignado a cada intervalo o división de la escala es de 1 cm.

Dos amigos, Luis y Pablo, están viajando en un carro. La aguja del velocímetro del carro tiene la posición indicada en la (fig.) En este instante se entabla entre los dos amigos la siguiente conversación:

Luis: —¿Qué velocidad lleva el carro?

Pablo: (observando el velocímetro —84 km. por hora.

Luis: —Estás errado Pablo, yo diría que es de 82 km. por hora, pues fíjate donde está la aguja.

Pablo: —En verdad la aguja está en la segunda división después del 80, pero amigo Luis, cada marca representa 2 km. por hora y no un km. por hora, hay 10 marcas o divisiones. Si restas 100 menos 80 y el resultado los divides entre 10, tendrás justamente 2 km. por hora, valor éste, de cada intervalo entre dos marcas consecutivas al velocímetro.

Es fácil comprobar al observar la (fig. 13) que Pablo está en lo cierto, mientras que Luis había cometido un error por no haber calculado la apreciación del velocímetro antes de leer la medida.

En conclusión, es indispensable conocer la apreciación de un instrumento de medida antes de realizar con él una medida. Es más, antes de medir con cualquier instrumento, debe tenerse una respuesta clara para las siguientes preguntas:

—¿Qué se va a medir con el instrumento? (hace referencia a la cantidad física: longitud, masa, tiempo, etcétera).

—¿Cómo se utiliza el instrumento?

—¿Qué aprecia el instrumento? (se refiere a las unidades).

—¿Cuánto aprecia el instrumento?

Tener respuesta a estas preguntas es, sin duda, un buen procedimiento que disminuye bastante la probabilidad de cometer errores al medir.

En general, la apreciación de un instrumento de medida se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Apreciación} = \frac{\text{Lectura superior-Lect. inferior}}{\text{N}^\circ \text{ de intervalos comprendidos entre las dos lecturas}}$$

$$A = \frac{S - I}{N} \quad \text{(Ecu. 3-1)}.$$

Ejemplos ilustrativos:

a) ¿Cuál será la apreciación de la regla graduada de la (fig. 14).

Se considera como lectura mayor 14 cm. y como lectura inferior 13 cm. El número de intervalos entre 13 cm. y 14 cm. es 5. Con estos datos se aplica la (ecu. 3-1).

$$A = \frac{S - I}{N} = \frac{14\ cm - 13\ cm}{5} = 0{,}2\ cm$$

Si hubiésemos considerado como lectura inferior 12 cm. y como lectura superior 14 cm. ¿Cuál hubiese sido el número de intervalos? Aunque el número de intervalos en esta oportunidad es 10, la apreciación será la misma. Puedes comprobarlo aplicando de nuevo la (ecu. 3-1).

b) ¿Cuál será la apreciación del termómetro de la (fig. 15) ?

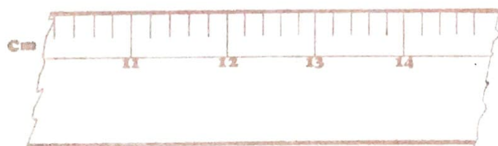
Datos tomados libremente de la figura:

$S = 30°\ C.$
$I = 20°\ C.$
$N = 5$

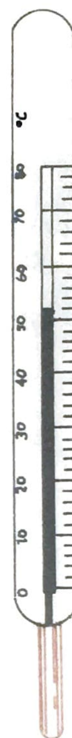
$$A = \frac{S - I}{N} = \frac{30°\ C - 20°\ C}{5} = 2°\ C$$

¿Se podría medir con este termómetro una temperatura de 12° C? Sí, ya que 2° C está contenido un número entero de veces en 12° C.

¿Se podría medir con este termóetro una temperatura de 27,2° C? No, porque 27,2/2 = 13,6, esto es, 2 no está contenido un número entero de veces en 27,2. Pero, ¿qué sucede si independientemente de esto afirmamos que la tmperatura es 27,2°C? Cometeremos un error en la medida quizá considerable.



(fig. 14)



(fig. 15)

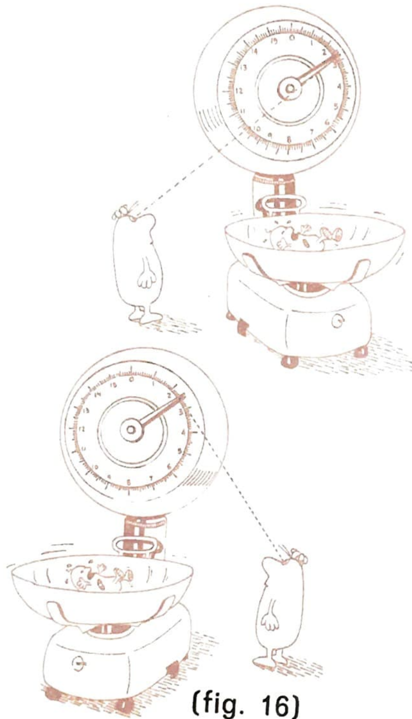
4.2. Una medida nunca es exacta

1. Cuando se dice que una cantidad física queda definida al dar de ella una regla para medirla, se está haciendo referencia al aspecto fundamental del estudio de los fenómenos físicos: **la medida.**

Debido a las imperfecciones de los instrumentos de medida, a las limitaciones de los sentidos y a otros factores, la medida de una cantidad física será siempre un número que representa un **número aproximado de unidades,** a diferencia del contar objetos separados que conduce a un **número exacto.** Entonces, al medir una cantidad física, se comete siempre un error.

2. **El error de paralelaje se comete cuando se observa lateralmente.**

Los errores debidos a la falta de conocimiento sobre el uso de los instrumentos y a la falta de experiencia del experimentador, pueden evitarse una vez que éstos han sido adquiridos. Así, por ejemplo, el **error de paralelaje** se comete cuando se observa lateralmente la escala graduada de algún instrumento (fig. 16) . Este error se evita colocándose enfrente de la escala y de manera tal que la visual dirigida al punto sea perpendicular al plano de la escala graduada (fig. 18).



(fig. 16)

En realidad, es imposible conocer todos los errores que se pueden cometer al medir y, por lo tanto, **la medida más probable,** será la medida aritmética de las diferentes medidas que se hacen, esto es, si se hacen cinco medidas: M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 de una cantidad física, la medida más probable será:

$$M = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5}{5}$$

y en general, para un número "n" de medidas, se tendrá:

$$M = \frac{M_1 + M_2 + \ldots + M_n}{n} \quad \text{(ecu. 3-2)}$$

Ejemplo:

Se hicieron medidas del largo de una mesa con una cinta métrica que aprecia 1 mm. y tiene un alcance de dos metros, y se obtuvieron los siguientes resultados:

M_1 = 140,25 cm.
M_2 = 140,30 cm.
M_3 = 140,45 cm.
M_4 = 140,15 cm.
M_5 = 140,20 cm.

¿Cuál es la medida más probable?

De acuerdo a la (ecu. 3-2):

$$M = \frac{140{,}25 + 140{,}30 + 140{,}45 + 140{,}15 + 140{,}20 \text{ cm}}{5}$$

$$M = \frac{701{,}35}{5} \text{ cm.}$$

$$M = 140{,}27 \text{ cm.}$$

4. **El máximo error absoluto es la apreciación del instrumento.**

Los errores debidos a las imperfecciones de los instrumentos de medida no pueden evitarse, pero sí pueden conocerse y esto es justamente lo que interesa al experimentador: conocer el error cometido al realizar determinada medida. A continuación se trata de esto.

Deseamos conocer el largo de una lámina. Disponemos de una regla graduada de 2 m. de longitud y que aprecia 1 cm. Realizamos la medida y encontramos que el extremo derecho de la lámina coincide con un punto no enumerado en la regla como indica la (fig.



(fig. 18)

Observamos que M′ está más cerca de 10 que de 11 cm., luego el resultado de esta medida será 10 cm. en forma aproximada. ¿Habremos cometido algún error al dar 10 cm. como resultado de la medida? Es obvio que sí.

Sea M la medida aproximada que en este caso es 10 cm. y sea M′ la verdadera medida que se desconoce. Entonces el error cometido será:

$$M' - M = M' - 10 \text{ cm.}$$

Si M′ hubiese estado más cerca de 11 cm., entonces el error hubiese sido:

$$M' - M = 11 \text{ cm} - M'$$

No es posible conocer el error absoluto ya que nunca será posible conocer M′, es decir la verdadera medida. Pero sí se puede conocer el llamado **máximo error absoluto** el cual coincide con la apreciación del instrumento. Esto es debido a que tanto la lectura inicial (cero de la regla) como la lectura final (10 cm.) está afectada por un error absoluto cuyo valor máximo es 0,5 cm. en cada caso (fig. 19). Luego, el máximo error absoluto será la suma de los máximos errores de los extremos, esto es:

$$0{,}5 \text{ cm} + 0{,}5 \text{ cm} = 1 \text{ cm.}$$

es decir la apreciación del instrumento.

Una medida "M" donde se quiere tomar en cuenta el máximo error absoluto, se expresará de la manera siguiente:

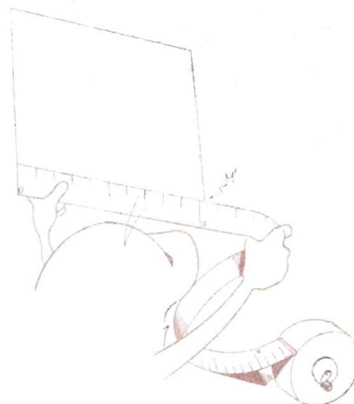
$$M \pm A \quad \text{(ecu. 3-3).}$$

donde M es la medida observada y A la apreciación del instrumento con el cual se efectuó la medida. Por ejemplo, la medida de la figura al tomar en cuenta el máximo error absoluto, se expresa así:

$$10 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm.}$$

Otro ejemplo: si medimos la temperatura con un termómetro que aprecia 0,5° C y la medida observada es 27,5° C, entonces el resultado de la medida lo expresamos así:

$$27{,}5° \text{ C} \pm 0{,}5° \text{ C}$$


(fig. 19)

5. **A mayor apreciación, menor precisión.**

Se han efectuado las medidas siguientes:

Longitud de un dedo: 5,8 cm.

Longitud de una mesa: 194, 8 cm.

La apreciación para las dos medidas es 0,1 cm. Se dice entonces que las dos medidas tienen el mismo **grado de precisión.**

Otro ejemplo: se mide una misma longitud con dos reglas de diferente apreciación: con una se obtiene 12,5 cm. y con la otra, 12,54 cm. ¿Cuál de las dos medidas es más precisa? 12,54 cm., por tener una apreciación menor, es por lo tanto de mayor precisión.

6. **El error con respecto a la medida realizada se llama error relativo.**

De las medidas 5,8 cm. y 194,8 cm. se dijo que tienen la misma precisión porque los instrumentos tienen la misma apreciación. Sin embargo no tienen el mismo **grado** de exactitud. Se dice que la segunda medida es más exacta que la primera ya que, un error de 0,1 cm. es más notable en una medida de 5,8 cm. que en una de 194,8 cm. Un error de 2 cm., al medir la longitud de una pared, tiene **menos importancia** que un error de 2 cm. al medir el espesor de una pared. Es decir, el error es más notable o menos notable según lo pequeño o grande de la medida.

El error con respecto a la medida realizada se llama **error relativo** y se calcula así:

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Apreciación}}{\text{La medida observada más probable}}$$

Simbólicamente:

$$E_r = \frac{A}{M} \quad \text{(ecu. 3-4).}$$

7. **El error porcentual es el más utilizado.**

El error relativo (ecu. 3-4), puede ser expresado en tanto por ciento y así se obtiene el error porcentual. En este caso se tendrá la fórmula siguiente:

$$E\% = \frac{A}{M} 100 \quad \text{(ecu. 3-5)}.$$

Ejemplos: En la medida 5,8 cm., el error porcentual es:

$$E\% = \frac{0{,}1 \text{ cm.}}{5{,}8 \text{ cm.}} .100 = 1{,}72\%$$

Mientras que, en la medida 194,8 cm., el error porcentual es:

$$E\% = \frac{0{,}1 \text{ cm.}}{194{,}8 \text{ cm.}} 100 = 0{,}025\%$$

Se observa cómo la segunda medida es más exacta que la primera aunque tengan la misma precisión o apreciación.

Puede decirse que, el grado de exactitud de una medida es el error relativo de ésta. Mientras mayor será su error relativo menos exacta es la medida y viceversa.

8. **Las cifras significativas están relacionadas con el grado de exactitud.**

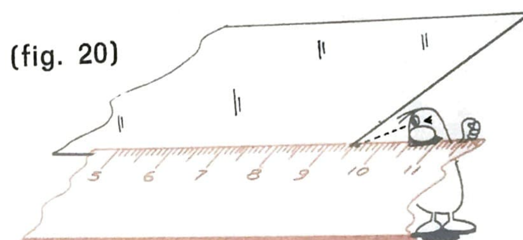
La mayor o menor exactitud de una medida puede conocerse también a través de las cifras significativas.

"Las cifras significativas de una cantidad son aquellas que expresan la medida con certeza más la última que es dudosa pero razonablemente cierta" A continuación se aclara lo dicho por medio de un ejemplo.

Al medir la longitud de la lámina L de la (fig. 20) con una regla graduada en mm., se observa que el extremo derecho de L no coincide con ninguna marca de la regla graduada. Luego al hacer la lectura, se dice que la lámina mide 9,36 cm. En esta medida se tiene la certeza de las cifras 9 y 3 pero no así del 6. El 6 es una cifra razonablemente cierta o estimada, puesto que un simple razonamiento lleva a concluir que la tercera cifra **aproximadamente** es 6. Entonces la medida 9,36 centímetros tiene 3 cifras significativas donde la tercera es una cifra estimada.

La longitud de L es 9,36 cm. y no 9,360 cm. Más claramente, desde el punto de vista de la física, 9,36 cm. es diferente de 9,360 cm. Cuando se afirma que una longitud es 9,360 mm., se tiene la seguridad que la medida tiene 4 cifras significativas, luego el cero es una cifra estimada y se sabe que es esa y no otra; mientras que el dar la longitud como 9,36 centímetros, no garantiza nada sobre la cifra siguiente al 6, no se sabe cuál será

(fig. 20)



De acuerdo a lo dicho, el cero a la derecha de una medida es significativo. Pero esto no debe confundirse con lo siguiente: supongamos que alguien midió en metros el largo de una pared con una cinta graduada en dm. y encontró que la longitud es: 6,23 m.; la medida hecha tiene 3 cifras significativas y el "3" es la cifra dudosa, estimada y, por lo tanto, razonablemente cierta. Ahora bien, al necesitar reducir los metros a milímetros, se efectúa la operación correspondiente y se obtiene: 6,23 m = 6.230 mm. ¿Cuántas cifras significativas tiene esta cantidad?

Cualquiera diría que son 4 cifras significativas. Pero entonces, las cifras significativas varían al pasar de una unidad a otra y esto sería un gran lío. En verdad el número 6.230 milímetros continúa teniendo 3 cifras significativas al igual que 6,23 mm.; el cero en este caso está indicando el lugar de la coma.

Se debe tener en cuenta que el "3" es una cifra estimada y, por lo tanto, nada sabemos del "cero".

Una manera simple de no confundir a aquellos que leen las medidas que otros anotan al hacer el cambio de unidades, sería usando la notación científica. Así,

$$6{,}23 \text{ m} = 6{,}23 \times 10^3 \text{ mm.},$$

donde el número de cifras del primer factor (6,23) representa el número de cifras significativas.

Ejemplos: Determinar las cifras significativas de las siguientes medidas:

a) 3,725 km.
b) 4,02 h.
c) 4,8 X 10^{-3} m.
d) 5,2 X 10^{6} kg.
e) 7,20 X 10^{8} seg.

Respuestas:

a) 4 cifras significativas,
b) 3 " "
c) 2 " "
d) 2 " "
e) 3 " "

Teniendo en cuenta las cifras significativas, puede decirse que una medida es tanto más exacta cuanto más cifras significativas tenga.

4.3. Las operaciones con las medidas difieren de aquellas que se realizan con números.

Si, como se ha visto, las medidas no son exactas y por lo tanto cada medida va acompañada de un error sistemático siempre posible de estimar, tampoco serán exactos los resultados que se obtienen de las operaciones que con ellas se realizan. (En verdad la palabra "exacto" en física quiere decir "exacto" dentro de los límites de errores, es decir que una medida esté comprendida dentro de los errores conocidos).

Conociendo el error con que se realizan dos medidas se puede calcular siempre el error que acompaña el resultado de cualquier operación aritmética que con ellas se realice. Pero esto no está contemplado en este texto, solamente nos limitaremos a dar una información sobre el grado de precisión y el grado de exactitud cuando se suman o se multiplican respectivamente dos o más medidas.

1. **La suma de dos o más medidas no debe ser más precisa que la menos precisa de las medidas.**

Ejemplo:

Sumar: 3,62 cm. + 8,9 cm. + 4,793 cm.

De acuerdo al enunciado anterior, la menos precisa de las tres medidas es 8,9 cm., la cual tiene un grado de precisión del orden de las décimas. Como la suma no debe ser más precisa que 8,9 cm., se procede así:

Se aproxima cada una de las otras medidas al orden de las décimas:

3,62 cm ≈ 3,6 cm.
4,793 cm ≈ 4,8 cm.

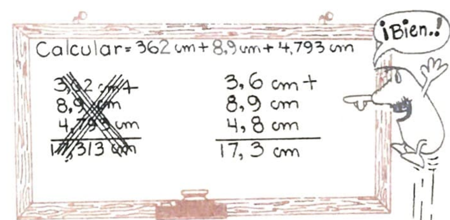
Ahora se efectúa la suma:

3,6 cm	+
8,9 cm	
4,8 cm	
17,3 cm	

Nunca debe sumarse así:

3,62 cm	+
8,9 cm	
4,793 cm	
17,313 cm	

En esta segunda forma de sumar se estaría aceptando que 3,62 cm. tiene cuatro cifras significativas y 8,9 cm. tres; lo que no es cierto ni correcto puesto que tienen tres y dos respectivamente (fig. 21).



(fig. 21)

2. **El producto de dos o más medidas no debe tener más cifras significativas que el factor que tiene menos cifras significativas.**

Ejemplo: Medido el largo y ancho de una mesa se tomaron las medidas siguientes:

largo = 150,2 cm.
ancho = 51,4 cm.

Calcular el área de dicha mesa.

La medida del ancho tiene una exactitud de 3 cifras significativas, mientras que, la del largo es 4 cifras; por lo tanto, el área debe también tener una exactitud de 3 cifras significativas.

A = L.a = 150,2 cm X 51,4 cm = 9222,28 cm^2 =
= 9,22228 . 10^3 cm^2.

Como el resultado debe tener una precisión de tres cifras significativas, entonces el resultado que se debe aceptar es:

$$A = 9.220\ cm^2 = 9{,}22 . 10^3\ cm^2.$$

En este caso el cero no es cifra significativa, pues sólo está indicando dónde debe ir la coma decimal.

4.4. La representación gráfica de magnitudes físicas.

Cuando una tabla de valores experimentales contiene dos cantidades físicas m - n entonces, para poder comprender la relación existente entre ellas y así sacar conclusiones inteligibles, es necesario hacer una **representación gráfica.** ¿Cómo?

La matemática nos enseña cómo hacer una representación gráfica con precisión; pero, como nosotros graficamos no números matemáticos —que son exactos, por ser ideales— sino medidas —que inevitablemente contienen errores—, entonces, se diferencian de aquellos por ser aproximados.

Ejemplificamos a "grosso modo" para que el alumno pueda relacionar lo teórico (matemático) con lo experimental (físico).

Cuando el conjunto de pares de medidas (m, n) graficadas son como las representadas en la (fig. 22) ¿cómo trazar la gráfica sabiendo, desde el punto de vista físico, que la variación entre dichas magnitudes es continua?

La teoría de errores enseña que la gráfica más aceptable que debe ser trazada a través de un conjunto de pares de medidas es aquella que, pasando por el mayor número de puntos, dibuja una curva (o una recta) y que sea simétrica con respecto a los puntos que no fueron incluidos (que son la minoría con respecto a los que incluye la gráfica).

Así, la gráfica más aceptable en el caso de la figura a, es la que representamos en la (fig. 23) a través de los puntos 1, 3, 6, 7, 9, dejando aproximadamente en simetría respecto a ella, los puntos 2, 4, 5, 8. Observa cómo el punto 10 está tan distanciado del conjunto que ni siquiera lo tomamos en cuenta; este punto nos indica que ese par de medidas fueron tomadas con un error sumamente grande con respecto a los otros.

Como la gráfica de la figura b es, aproximadamente una línea recta que pasa por el origen, entonces la matemática nos enseña que las dos cantidades m y n son directamente proporcionales entre sí, es decir:

$$m \alpha\ n$$

y si se quiere convertir esta proporcionalidad en una igualdad, debemos hacerlo así:

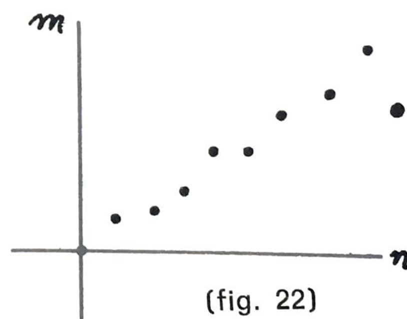
$$m \cong kn$$

donde k representamos la llamada **constante** de proporcionalidad cuyo valor se obtiene aplicando la ecuación de la pendiente a la curva:

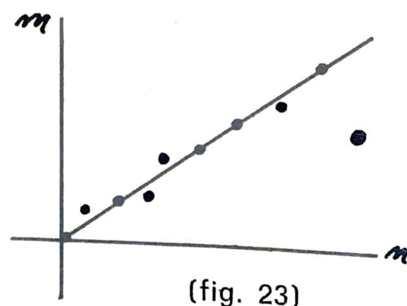
$$K = \frac{m_L - m_P}{n_L - n_P}$$

siendo L = 1, 2, 3, . . . según sea el punto de la gráfica denominado con 1, 2, 3, . . . y $P \neq L$ otro punto cualquiera de la misma gráfica.

Si las gráficas obtenidas con los mismos criterios de simetría que antes explicamos son las representadas en las fig 25 26 27 28) entonces las relaciones entre las magnitudes físicas m y n son las indicadas al lado de cada una de ellas.

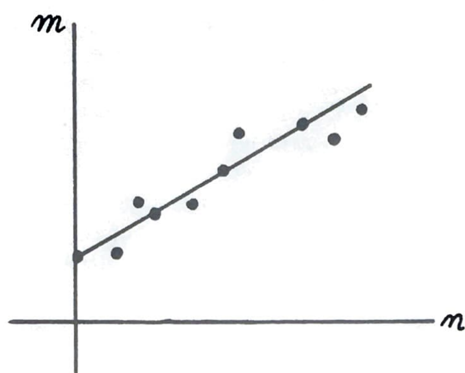


(fig. 22)



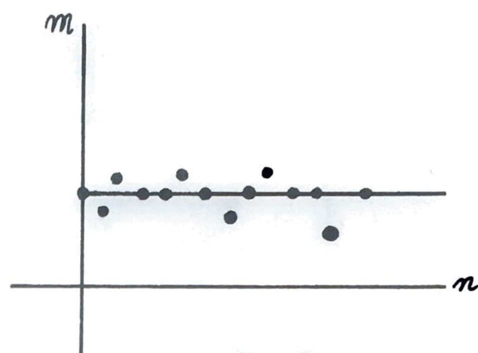
(fig. 23)

$m = kn + c$



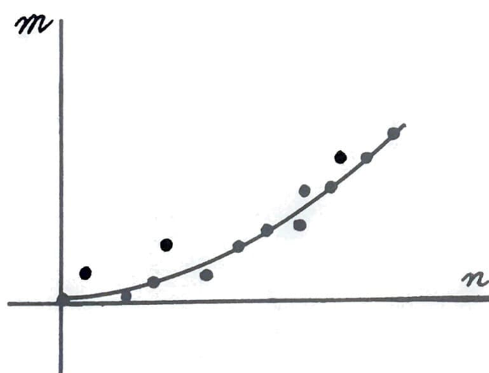
(fig. 24)

$m \cong$ constante



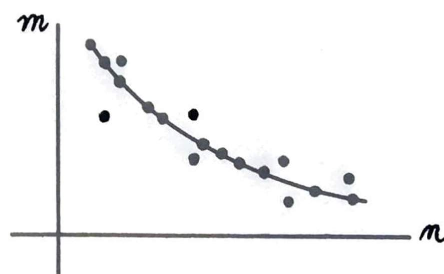
(fig. 26)

$m = kn^2$



(fig. 25)

$m \simeq \dfrac{\text{constante}}{n}$ (inversamente proporcionales)



(fig. 27)

LOS ESTUDIANTES ENTREVISTAN A UN FISICO



Máximo García Sucre. Nació en Caracas en el año 1941. Cursó su bachillerato en el Colego San Ignacio de Caracas. Hizo una licenciatura en Química en la Universidad Central de Venezuela. Obtuvo el título de Doctor de Tercer ciclo en Física Molecular en la Universidad de París y luego en esta misma Universidad obtuvo el Doctorado de Estado en Ciencia Física. Trabaja actualmente en el Centro de Física del I.V.I.C. donde es investigador asociado titular, y en la Facultad de Ciencias de la U.C.V. donde es profesor asociado.

Estudiantes: **¿Si no conocemos todo el panorama de la Física, cómo saber si nos gusta?**

Físico: No es necesario conocer completamente una actividad para saber si a uno le gustaría hacerla. De la misma manera que no es necesario conocer todas las regiones de un país para decir que a uno le gusta ese país. Quizás la pregunta sería: ¿Cómo puedo saber más acerca de la Física como profesión? Pues, hablando con profesionales de la Física, leyendo artículos de carácter general sobre el tema, y naturalmente, estudiando un poco más de Física.

Estudiantes: **¿Tienen usos los conocimientos de la Física que recibimos en Bachillerato para las carreras de nivel superior?**

Físico: Sí. Esos conocimientos son indispensables no sólo para hacer estudios superiores en física, sino de todas las carreras que de alguna u otra forma tienen que ver con las ciencias naturales, tales como la Química, la Biología, la Medicina y todas las Ingenierías.

Estudiantes: **¿De qué nos sirve la Física si pensamos estudiar Humanidades?**

Físico: La Física forma parte de la Ciencia, la cual a su vez forma parte de la cultura. Por lo tanto, es bueno conocer un poco sobre cuáles son sus supuestos básicos y los problemas que trata de re- Física, es decir, que trata de mejorar en algún aspecto las teorías existentes, o de aplicarlas a solución de algún problema concreto que no ha sido resuelto anteriormente. Algunas veces logra formular nuevas teorías.

Estudiantes: **Si queremos ser investigador en el campo de la Física, ¿qué debemos hacer?**

Físico: Hay que comenzar por estudiar Física a nivel superior, tratando durante esos estudios, de desarrollar la propia iniciativa, el rigor lógico y la capacidad de plantear preguntas que tengan sentido. Luego, escoger una especialidad de la Física que a uno solver. Esto se hace cada vez más necesario para los que se dedican a las Humanidades ya que la importancia de la Ciencia y sus aplicaciones en la Cultura Moderna tiende a aumentar. Por otra parte, el aprendizaje de la Física puede ser bastante forma tivo. En sentido inverso podría decirse que los fís cos deberían cuidar más de su formación humanística.

Estudiantes: **¿Por qué nos llaman tanto la atención los científicos y sin embargo no encontramos atractiva a la Física?**

Físico: Aunque la Física ha influenciado todas las ciencias naturales, hay muchas disciplinas científicas que se pueden cultivar de forma competente sin necesidad de tener conocimientos muy profundos en Física. Lo que es necesario para el cultivo de esas disciplinas es dominar con soltura ciertos conocimientos básicos de Física y algunas aplicaciones. De manera que, alguien puede sentirse con vocación por

Físico: Es un Físico que hace investigaciones en algunas disciplinas científicas sin tener afinidad por la Física.

Estudiantes: **¿Qué significa un Físico científico?**

le guste realmente, y por último, trabajar con ahinco.

Estudiantes: **¿Cuántos Físicos científicos hay en Venezuela?**

Físico: Aproximadamente 150.

Estudiantes: **¿Puede un profesor de Física dedicarse a la investigación científica?**

Físico: Sí puede y es inclusive recomendable que los profesores de Física dediquen una parte de su tiempo a la investigación. De esa forma pueden, entre otras cosas, dar una visión más cabal a los alumnos de lo que es la física, como sistema de conocimientos cambiante e incompleto donde puede haber mucho que aportar por las nuevas generaciones de Físicos.

Estudiantes: **¿Que puede hacer un Fisico en Venezuela?**

Físico: En Venezuela la industria autónoma es incipiente, la enseñanza de las ciencias y sus aplicaciones es insuficiente, etc. En todas estas actividades los Físicos pueden y deben hacer una importante contribución. ¿Cómo? Tratando de desarrollar grupos de investigación en Física básica y aplicada, mejorando el nivel de la enseñanza de la Física que se imparte tanto en secundaria como a nivel superior. Una vez que esto se logre podrá pensarse en aplicaciones que puedan, por ejemplo, influenciar el desarrollo industrial del país.

Estudiantes: **Siendo Venezuela nu país subdesarrollado, ¿para qué queremos ceintíficos en Física?**

Físico: La ciencia es un sistema de partes que interactúan entre sí. Parece muy difícil que se puedan desarrollar solamente aquellos campos que parezcan en este momento más importantes para el país. Pretender esto sería como tratar de formar una orquesta donde sólo participen violines, o sólo participen trompetas, etc. Para que exista una orquesta es necesaria la participación de distintos tipos de instrumentos de manera que la música se oiga balanceada y completa. Por ejemplo, muchas veces se dice que en Venezuela sólo se justifica investigar en Física Aplicada, y más aún, en aquella directamente relacionada con la industria petrolera. Esto, desafortunadamente, no es posible. No se puede acortar camino de esa forma. ¿Por qué? Pues sencillamente porque si no se tiene una infraestructura de ciencia básica en el país no es posible pensar en aplicaciones de una Física que no se tiene. De insistir en esa vía lo que se logrará es montar algunas aplicaciones a nivel industrial que dependen totalmente de la Ciencia Básica desarrollada en el exterior. Se pierde así la iniciativa, la posibilidad de hacer cambios importantes, la adoptabilidad, porque para ello es necesario dominar una parte importante de la cadena de conocimientos científicos que han llevado a una determinada aplicación industrial.

Estudiantes: **¿Qué probabilidad de trabajo tiene un Físico en Venezuela?**

Físico: La Física en el país tiene un desarrollo incipiente. La etapa actual consiste en la formación de grupos básicos de investigación y docencia. La Física aplicada también ha comenzado a desarrollarse en las Universidades y en los Institutos de Investigación. Por lo tanto, las oportunidades de trabajo existen principalmente en las Universidades y en los Institutos de Investigación.

Estudiantes: **¿Es la Física una carrera para mentes excepcionales?**

Físico: No. La Física es una carrera de personas creativas, que han logrado desarrollar su sentido crítico, rigor lógico y capacidad de trabajo.

Estudiantes: **¿Qué aportes ha dado la mujer al campo de la Física?**

Físico: Por razones históricas a la mujer le ha tocado, hasta ahora, en la división del trabajo, desarrollar actividades que tienen que ver poco con la Física. Sin embargo, a pesar de este obstáculo, hay casos de mujeres que han hecho contribuciones muy importantes a la Física. El ejemplo más conocido es el de Marie Curie. Es de esperar que en el futuro esta situación cambie, ya que la mentalidad moderna ha abandonado la división arcaica del trabajo.

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
		po electrostático, por ejemplo: empleando electrodos introducidos en aceite de ricino mezclado con sémola.	
		1.12.1 Comparar los campos eléctricos y gravitatorios.	
2.- De conocimiento de los procesos de la ciencia: Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en relación con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son: 2.1. La descripción 2.2. La interpretación de datos.	En conexión con 1	Discusiones, Lecturas, Seminarios y Proyecciones.	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
2.3. La formulación de hipótesis. 2.4. La formulación de leyes			
3.- De apreciación, valores, aptitudes e intereses: Al terminar esta unidad los alumnos deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de: 3.1. Llevar a cabo observaciones. 3.2. Hacer descripciones 3.3. Hacer conclusiones de las observaciones realizadas.	En conexión con 1	En conexión con Actividades 1	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
3.4. Desarrollar interés por el estudio individual y sistemático y por la lectura de temas sobre -- áreas afines al tema estudiado.			

UNIDAD 1

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.- De conocimiento específico Al finalizar esta unidad el alumno debe ser capaz de:			
1.1. Identificar la interacción entre cuerpos electrizados.	Interacción entre cuerpos electrizados. Inducción electrostática.	1.1.0. Realizar experimentos con péndulos eléctricos, varillas de vidrio, ebonita, etc., para poner en evidencia la existencia de campo eléctrico, la inducción electrostática, la naturaleza de las cargas.	Material para experimentos. Proyección de pelícuias relacionadas con el tema: Electrostática Haciendo Electricidad Bibliografía: P.S.S.C. Física Stollberg - Hill Física Fundamentos y Fronteras Holton- Ratter Fundamentos de la Física Moderna. Maiztegui - Sabato. Física Proyecto Nuffield - Guía de Experimentos.
1.2. Comparar las interacciones eléctricas y gravitacionales		1.2.0. Utilizar los experimentos de la actividad 1.1.0. para establecer analogías entre la interacción eléctrica y gravitatoria.	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.3. Diferenciar las interacciones eléctricas y gravitacionales.		1.3.0. Utilizar los experimentos de la actividad 1.1.0. para establecer diferencias entre la interacción eléctrica y gravitatoria.	G. Gamow - Biografía de la Física. Resnick y Halliday, Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería. Arthur Beiser Conceptos de Física Moderna. Colección Ciencia Joven (Eudeba) Biblioteca del Hombre Contemporáneo (Salvatti) Revistas: Tecnirama (Codex) The Physics Teacher Scientific American Elaboración de cartelera ilustrativa.
1.4. Establecer la Ley de Coulomb	Ley de Coulomb	1.4.0. Realizar experimentos para inferir la Ley de Coulomb	
1.5. Comparar la Ley de Coulomb y la Ley de Gravitación Universal.		1.5.0. Comparar la Ley de Coulomb y la Ley de Gravitación Universal.	
1.6. Analizar la Ley de Coulomb		1.6.0. Hacer el análisis de las situaciones de cuerpos electrizados en base a la Ley de Coulomb.	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.7. Aplicar la Ley de Coulomb		1.7.0. Aplicar la Ley de Coulomb a situaciones físicas.	Bandas Fijas: Cargas eléctricas Elementos de electrostática Láminas y transparencias.
1.8. Establecer la cuantificación de carga eléctrica.		1.8.1. Analizar los resultados de los experimentos de Millikan.	
1.9 Definir el concepto de carga eléctrica elemental.	Carga eléctrica elemental.	1.9.0. Definir la carga eléctrica elemental.	
1.10. Establecer la conservación de la carga eléctrica.		1.10.0. Presentar situaciones físicas, analizarlas para establecer la conservación de la carga eléctrica.	
1.11. Indicar el valor de la carga eléctrica de las partículas elementales.		1.11.0. Investigar históricamente los experimentos con que se determinó la carga eléctrica de un electrón (Exp. de Millikan)	
1.12. Establecer el concepto de campo electrostático.	Campo electrostático	1.12.0. Visualizar mediante experimentos la existencia del cam-	

RESUMEN DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD I

Electricidad.

—Todos los cuerpos previamente y convenientemente frotados, adquieren la propiedad de atraerse o repelerse entre sí. A esta propiedad de los cuerpos se le llama electricidad.

Existen dos naturalezas eléctricas:

—Electricidad positiva: es la que manifiesta el vidrio electrizado y todos los otros cuerpos electrizados que se repelen con el vidrio electrizado.

—Electricidad negativa: es la que posee el plástico electrizado y todos los otros cuerpos electrizados que se repelen con el plástico electrizado.

—La escogencia del vidrio y del plástico como referencias de electricidad positiva y negativa, es completamente arbitraria.

—Electricidad de la misma naturaleza (positiva, o negativa con negativa) se repelen; electricidad de naturaleza contraria (positiva con negativa), se atraen.

—La electricidad positiva se **simboliza** con el signo más. La electricidad negativa se **simboliza** con el signo menos.

Cómo se electriza un cuerpo:

—Por frotamiento: el frotamiento entre dos cuerpos de naturaleza química diferente (por ejemplo lana y plástico) genera, contemporáneamente, las dos naturalezas eléctricas: la positiva en uno (en la lana), la negativa en el otro (en el plástico).

—Por contacto: un cuerpo electrizado le comunica esta misma propiedad ,con su mismo signo) a otro cuando se ponen en contacto.

—Por inducción: un cuerpo electrizado electriza a otro cuando se coloca a cierta distancia entre sí. **Inductor:** es el nombre que recibe el cuerpo electrizado; **inducido:** es el nombre que recibe el cuerpo electrizado por estar en las cercanías del inductor.

Modelo atómico de Bohr:

—Se utiliza para poder explicar de una manera coherente y desde el punto de vista microfísico las observaciones macrofísicas de los fenómenos electrostáticos.

Algunas ideas fundamentales del modelo:

—El átomo está constituido por tres partículas principales:

los protones, electrizados positivamente; los electrones, electrizados negativamente; los neutrones, sin electricidad.

—Los protones y los neutrones están unos al lado de los otros y su conjunto tiene el nombre de núcleo del átomo.

—Los electrones circulan en órbitas fijas "permitidas" a cierta distancia del núcleo y alrededor de éste.

—En condiciones normales, sólo los electrones pueden "escapar" del átomo y para ello es necesario imprimirle desde el exterior cierta cantidad de energía (por jemplo, por frotamiento se imprime energía calórica a los átomos).

Carga eléctrica:

—Significa lo mismo que cantidad de electricidad.

—La poseen los cuerpos electrizados.

—Cantidades iguales de cargas de naturalezas opuestas, al reunirse, se compensan entre sí; se dice que **se neutralizan.**

—El instrumento utilizado para medirla se llama **Electrómero.**

—El instrumento utilizado para detectarla (sin medirla) se llama **electroscopio.**

—La unidad utilizada en el S.I.U. para expresar su medida, se llama **Coulomb.**

—Los cuerpos que poseen cargas eléctricas se ponen de manifiesto por las acciones mutuas (interacciones) que ejercen entre sí; estas acciones se rigen por la ley de Coulomb.

Ley de Coulomb:

—Se aplica: cuando se quiere calcular la fuerza que se ejercen mutuamente dos partículas puntiformes cargadas eléctricamente y en reposo con respecto a un sistema de referencia.

Cuerpos puntiformes significan, cuerpos cuyas dimensiones son insignificantes respecto a la distancia que haya entre ellos.

—Su enunciado: dos cuerpos puntiformes y electrizados ejercen entre sí una fuerza cuya

medida es: directamente proporcional al producto de sus cargas; inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa dichas cargas; y, dependiente de una constante de proporcionalidad la cual varía según el medio químico (aire, agua, aceite, etc.), interpuesto entre las cargas

y del Sistema de unidades utilizado para expresar las medidas de las cantidades que intervienen (fuerza, cargas, distancia).

dirección es: según aquella recta que une los dos cuerpos electrizados.

sentido es: de atracción o repulsión, según sean las dos cargas de naturalezas contrarias o iguales.

—Siendo la fuerza de Coulomb una cantidad vectorial (como cualquier otra fuerza) podemos representarla por medio de un vector cuyo punto de aplicación está en uno de los cuerpos que interactúan o en ambos a la vez según la ley de Acción y Reacción. Su medida, dirección y sentido, son dados según los criterios precisados en el párrafo anterior.

—La fórmula de su medida:

$$F_{AB} = \frac{K \cdot Q_A \cdot Q_B}{d^2_{AB}}$$

donde: con A y B, simbolizamos los nombres de dos cuerpos electrizados y puntiformes; con F_{AB}, la medida de la fuerza eléctrica que resulta entre los dos cuerpos electrizados; con K, la constante de proporcionalidad cuyo valor es:

$$9{,}0 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

en el S.I.U. y cuando entre los dos cuerpos electrizados no hay ninguna sustancia, es decir, está el vacío; con Q_A, la cantidad de carga eléctrica que posee el cuerpo A; con Q_B, la cantidad de carga eléctrica que posee el cuerpo B; con d_{AB}, la distancia que separa los dos cuerpos electrizados A y B.

Coulomb:

—Es la unidad que precedida por un número expresa la medida de una cantidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional.

—Se acostumbra abreviar con la letra C.

—La medida de 1 C es tan extraordinariamente grande que en la práctica se utiliza uno de sus submúltiplos: **el microcoloumb,** se abrevia así: μ C; su equivalencia con el Coulomb es: $1 \mu C = 10^{-6} C$.

Campo eléctrico:

—Es el espacio que rodea un cuerpo cargado eléctricamente.

—Teóricamente hablando se extiende desde el cuerpo electrizado hasta el infinito. En la práctica, hay campo eléctrico sólo allí donde se puede detectar con otro cuerpo electrizado llamado **carga de prueba.**

—Una perturbación eléctrica producida en un campo eléctrico, se propaga a la velocidad de la luz: 300.000 km/seg.

—Es el causante de la electrización de los cuerpos por el proceso denominado de inducción.

Líneas de fuerza:

—Son líneas flechadas que simbolizan la presencia del campo eléctrico.

—sus sentidos: desde el momento que la carga de prueba se fijó (arbitrariamente) como positiva, entonces el sentido de las líneas de fuerza es saliente de las cargas positivas y entrantes en las cargas negativas. Por estos motivos, la dirección de una línea de fuerza, representa aquella trayectoria según la cual se desplazaría una carga eléctrica, y su sentido, aquel según el cual se desplazaría una carga positiva.

—Son líneas abiertas: en cuanto las líneas de fuerza de una carga eléctrica aislada de cualquier otra, van al infinito cuando nacen de cargas positivas y, vienen del infinito cuando nacen de cargas negativas.

—Su conjunto forman el llamado **espectro del** campo eléctrico, el cual queda visualizado indirectamente con cuerpos sumamente pequeños y livianos (como son las semillas de césped) cuando se colocan en un recipiente con aceite y alrededor de cuerpos electrizados.

Carga elemental:

—La carga eléctrica se nos presenta siempre en forma de múltiplos de una unidad mínima denominada carga elemental, que puede ser negativa (carga del electrón) o positiva (carga del positrón y del protón). En el mesón, aparecen unas veces como positiva y otras como negativa.

—El experimento de Millikan o de la gotita de aceite demostró la existencia de la carga elemental.

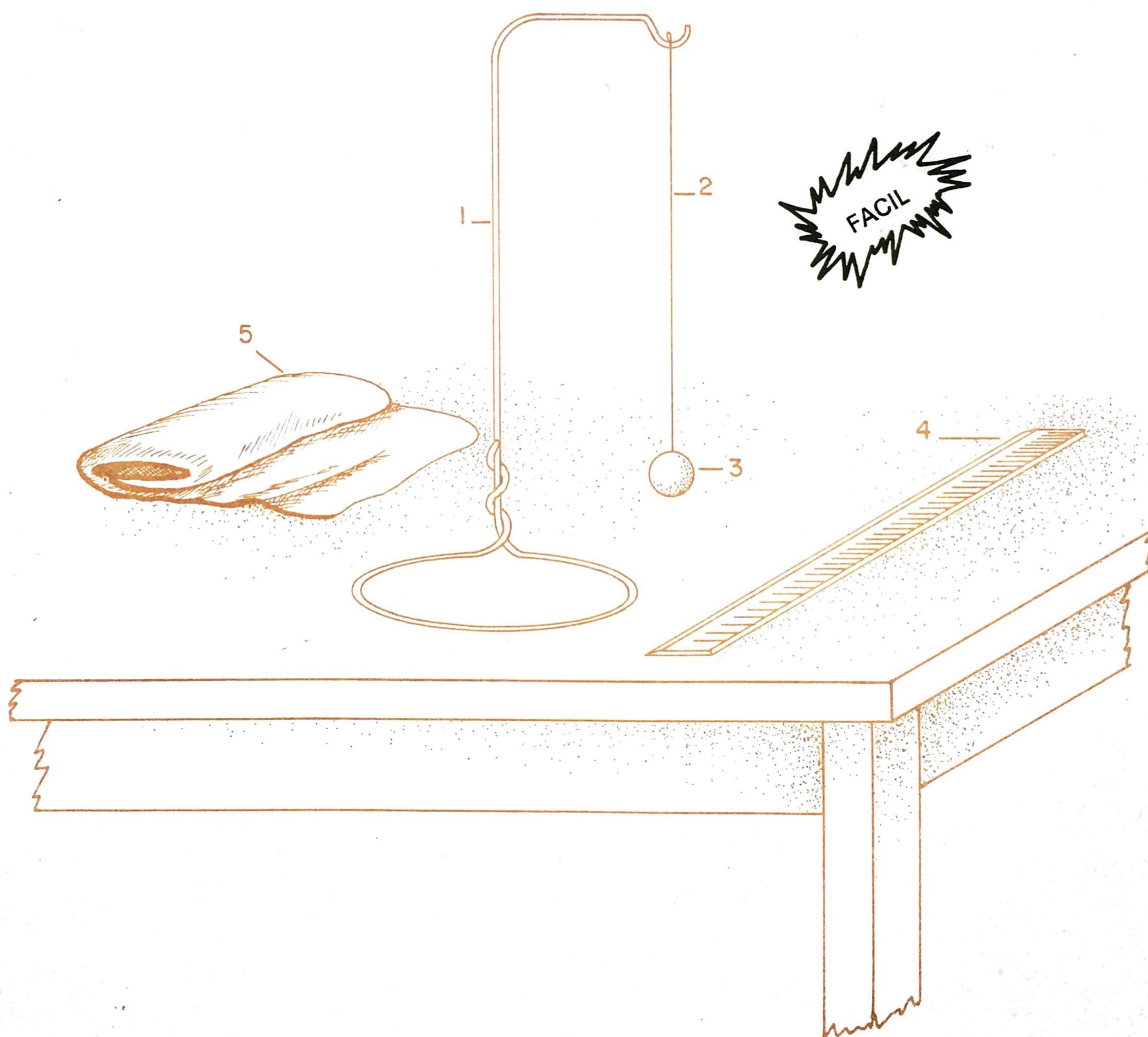
Ley de la conservación de la carga:

—Al cargar un cuerpo negativamente (o positivamente), necesariamente se carga otro positivamente (o negativamente), de tal manera que la carga total del Universo es constante: ni se crea, ni se destruye.

ALTERNATIVA I-1: PENDULO ELECTRICO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la electrización de un cuerpo"



Lista de Materiales:

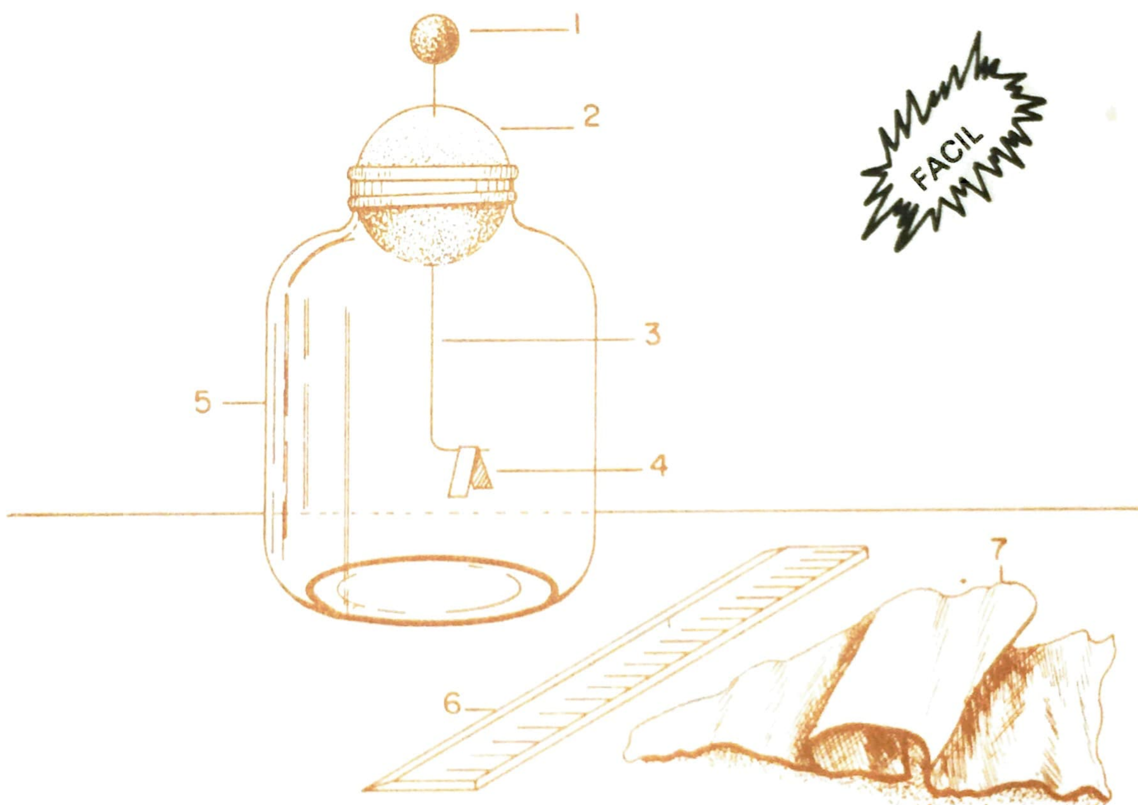
1. Alambre de gancho de ropa.
2. Hilo de coser (algodón o seda).
3. Esferita de anime o bolita de papel liviano.
4. Regla o varilla plástica.
5. Paño de lana o piel (gato, conejo, etc.)

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA I-2: ELECTROSCOPIO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende el funcionamiento de un electroscopio"



Lista de Materiales:

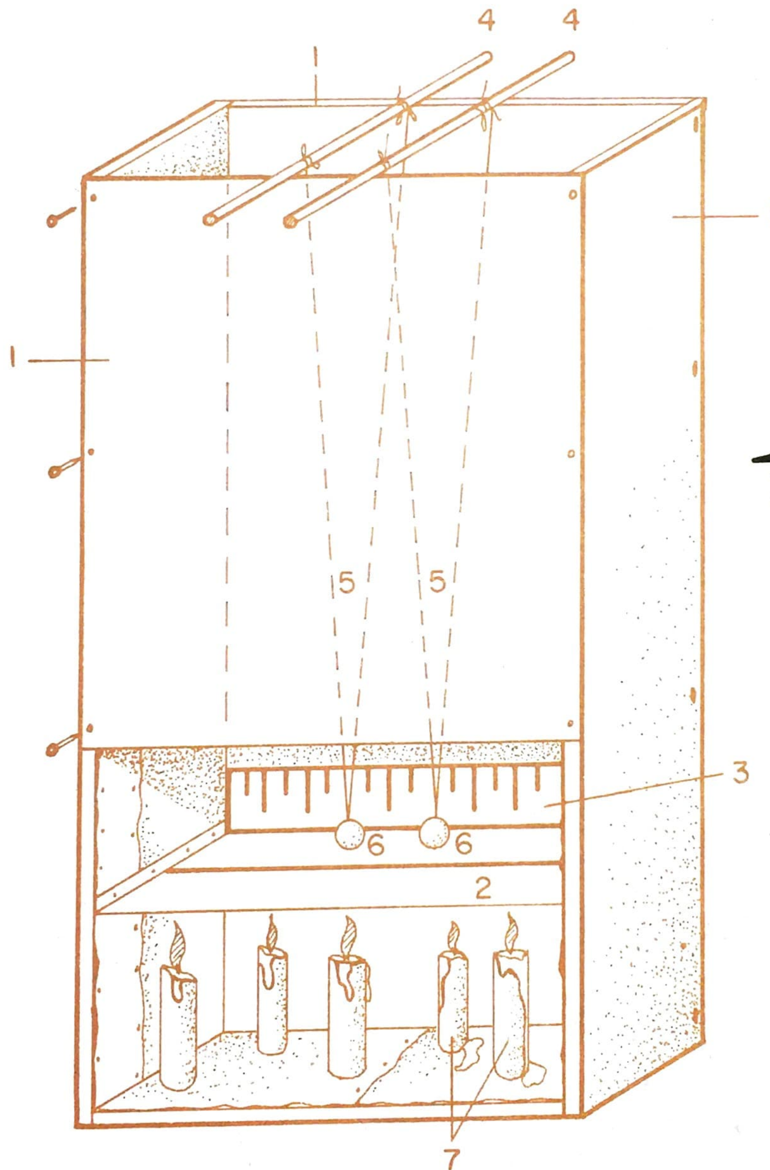
1. Esferita de anime pintada con grafito (mina de lápices) mezclado con alcohol.
2. Pelota de goma.
3. Alambre de cobre.
4. Pequeña tira de papel de aluminio (envoltura de aluminio de las cajetillas de cigarrillos).
5. Frasco de vidrio.
6. Regla o varilla plástica.
7. Paño de lana o piel (gato, conejo, etc.).

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA I-3: LEY DE COULOMB

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

LEY DE COULOMB



MUY DIFICIL

Lista de Materiales:

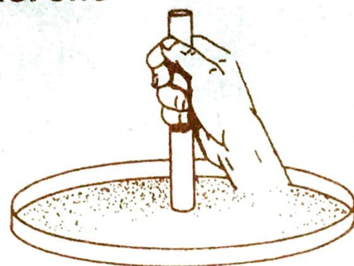
1. Tablas forradas internamente por hojalatas para favorecer la conducción del calor generado por las velas.
2. Lámina de hojalata con una línea pintada horizontalmente en su centro.
3. Escala pintada.
4. Listoncitos.
5. Hilos de algodón o seda.
6. Esferitas de anime pintadas con grafito disuelto en alcohol.
7. Velas prendidas para calentar el aire interno al cajón y así disminuir la humedad.

Sugerencia: Para electrizar las esferitas puede implementar el instrumento de la alternativa I-4.

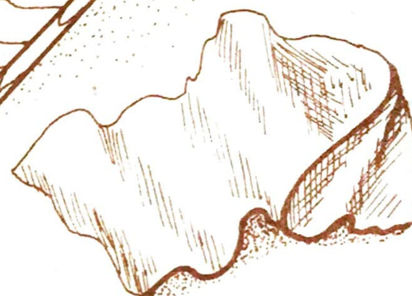
ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA I-4: ELECTROFORO DE VOLTA

"Factores de los cuales depende la electrización de un cuerpo por frotamiento"

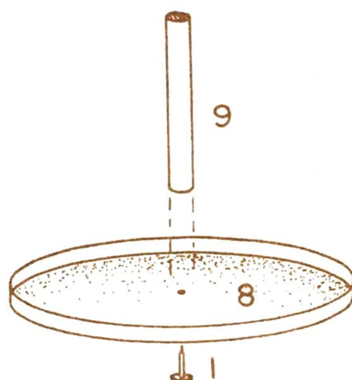




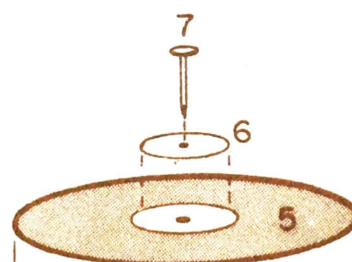


Conexión a tierra.

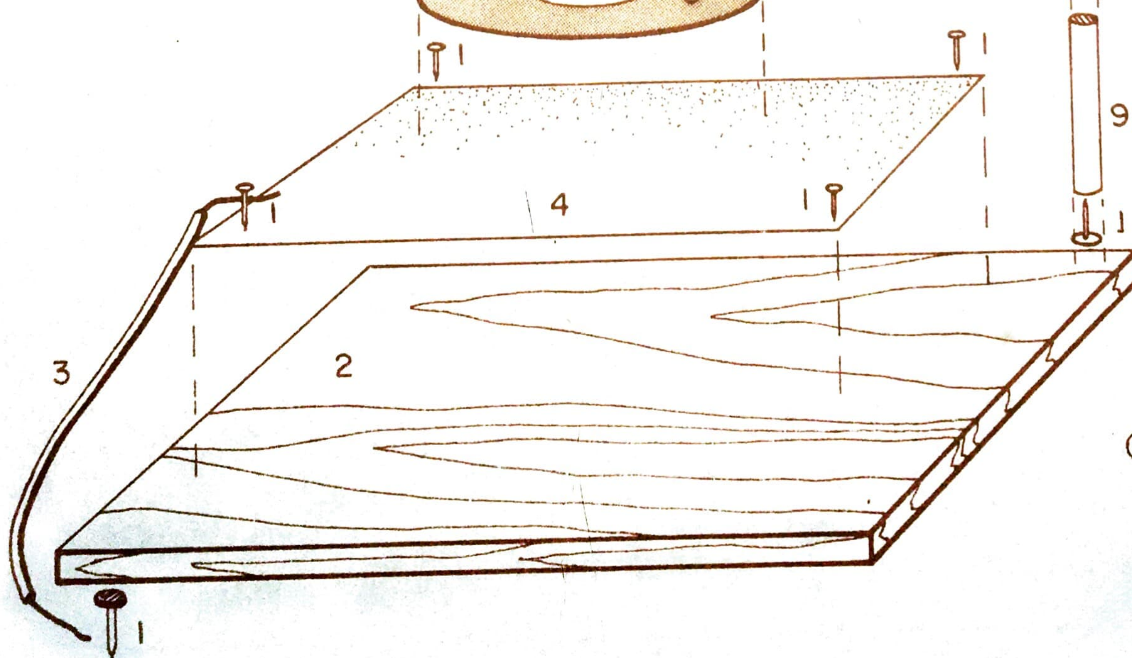
DIFICIL

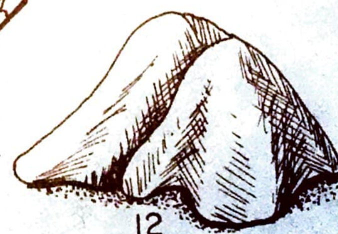












Lista de Materiales:

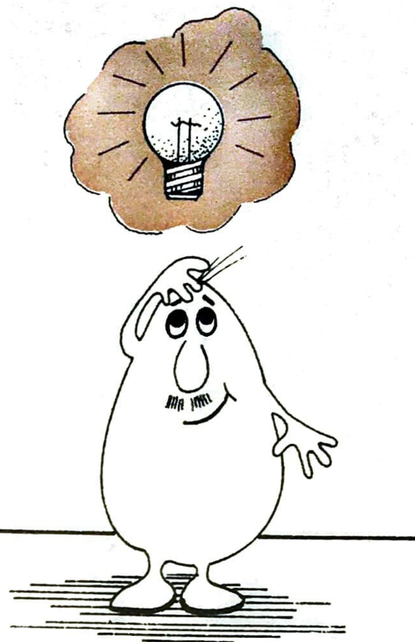
1. Clavos.
2. Tabla de madera.
3. Cable conductor a tierra.
4. Lámina de hojalata o latón no menor del tamaño del disco.
5. Disco inservible.
6. Lámina de plástico para sujeción del disco.
7. Clavo de sujeción del disco cuya cabeza debe enrasar con la superficie superior del disco.
8. Tapa de caja de galletas.
9. Palo de escoba.
10. Papel de aluminio.
11. Pelota de anime o goma.
12. Paño de lana o piel (conejo, gato, etc.) para frotar el disco.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA CREATIVA

Un contenido no previsto en las alternativas anteriores pero relacionada con esta Unidad del Programa Oficial.

Es probable que quieran satisfacer una curiosidad Física no prevista en las alternativas anteriores; entonces, propónganla e impleméntenla; así estarán demostrando posibles inclinaciones a las carreras científicas.



ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

UNIDAD II

ELECTROSTATICA

LOS ESTUDIANTES ENTREVISTAN A UN PSICOLOGO



IGNACIO BURK

Nació en Alemania en 1905. Llegó a Venezuela en 1925. Obtuvo en el Instituto Pedagógico de Caracas el título de Profesor en las especialidades de "Biología y Química" y "Filosofía" (1949). Posee una vasta obra de divulgación científica y filosófica. Su obra psicológica es fundamental en la enseñanza de la asignatura tanto a nivel secundario como superior. Además de su actividad docente y de investigación, que es lo fundamental de su vida de científico y escritor, el Profesor Burk ha desempeñado la Jefatura del Departamento de Pedagogía del Instituto Pedagógico de Caracas.

Estudiantes: **¿Es la física una carrera para mentes geniales?**

Psicólogo: Los psicólogos tienen una escala que es el cociente de inteligencia que mide ciertos aspectos de la persona inteligente. Se considera como normal un cociente de inteligencia entre 90 y 120, esto es lo normal; exactamente como es normal una estatura —digamos— entre 160 cm y 190 cm, así es normal el individuo que en las pruebas de los tests de inteligencia alcanza entre 90 y 120 puntos.

Cuando un individuo está por debajo de los 90 puntos, es un caso fronterizo; y si tiene, por ejemplo, solamente 50 ó 60 puntos, es un débil mental; y si tiene por encima de 120 puntos, entonces es una inteligencia superior. La inteligencia superior se considera comprendida entre 120 y 140 puntos del cociente de inteligencia y, lo que va más allá, ya es una inteligencia genial.

¿Qué inteligencia hace falta para estudiar física? Se ha dicho, para aclarar mejor ese asunto, que no somos inteligentes para cualquier cosa, de tal manera que los especialistas hablan de una inteligencia básica o inteligencia general y, luego, de inteligencias especiales. Para cada una de esas inteligencias: la general y las diferentes inteligencias especiales, existen tests psicológicos, bastante confiables hoy en día. Ahora bien, es evidente que, un físico necesita mucho de matemática y, tratar con la matemática es tratar con símbolos, con entes abstractos; se califica como inteligencia abstracta aquella que es afortunada en el manejo de los símbolos, de los números y de las fórmulas matemáticas, de los cálculos en general. Yo pienso que tendrá éxito en física una persona con una buena inteligencia general y que, además, sea especialmente dotado para cálculos y abstracciones. Por ejemplo, una persona que sea, supongamos, muy inteligente, que tenga un cociente de 130-140 puntos, pero que tenga una inteligencia abstractra —que pongamos por caso— de 120 puntos; y que tenga una inteligencia social, verbal, es decir, propia del diplomático, del político, del guía, etc., etc., de —supongamos— 160 puntos. A esa persona es aconsejable que no estudie física, sino que estudie abogacía, o que se haga líder de masas, o que se dedique a la política, o a la diplomacia, a esos individuos que controlan relaciones humanas en empresas, etc., etc.

Así es que, la física no está reservada de ninguna manera a mentes geniales, pero sí es conveniente que el individuo que estudia física tenga una buena inteligencia general y, además, dé muestras de una buena inteligencia abstracta o simbolizante.

Estudiantes: **¿Por qué nos llaman tanto la atención los científicos y sin embargo no encontramos atractiva a la física?**

Psicólogo: Les llaman mucho la atención los científicos porque la ciencia físico-química, las matemáticas, constituyen —hoy— el fundamento de nuestro avance científico y de la tecnología que para la actual humanidad es sencillamente de interés vital. Por consiguiente, quienes crean técnicas y tecnología gozan hoy, en nuestra sociedad, de un prestigio social realmente altísimo.

El estudiante entonces, está como deslumbrado por esa aureola que se rodea a los científicos ya que los medios de comunicación social informan constantemente al público sobre la investigación científica y ofrecen imágenes de los hombres que trabajan en los laboratorios en medio de aparejos complicados e impresionantes. Esto naturalmente mistifica, a la ciencia. Entiendo por mistificación, ese proceso que convierte lo común y corriente en misterio, y eso tiene —naturalmente sobre las mentes, sobre todo inmaduras como son las de los adolescentes y jóvenes— una enorme influencia.

Hay que pensar que la física no es ninguna brujería, no es ningún misterio, y cualquier individuo puede celebrar su encuentro con la física y la puede encontrar atractiva; esto depende con qué entusiasmo, con qué afecto y cariño uno estudia la física y disponga también de la colaboración de su profesor y del ambiente en general. Es cuestión de motivación. Así es que, yo aconsejo que uno se deshaga de esa admiración necia, de esa mistificación de la ciencia. Más vale tener el valor de enfrentarse al aprendizaje serio de la matemática, de la física, de la ciencia en general.

Estudiantes: **¿El fracasar en la Física de Bachillerato, es señal de que no servimos para estudiar carreras vinculadas a ella?**

Psicólogo: Esta conclusión es completamente falsa, por lo menos a mi juicio, porque el fracaso en Física de Bachillerato puede ser debido sencillamente a que el alumno no ha sido adecuadamente motivado, le ha cogido, desde la primera hora, animadversión a la materia. Esto ocurre frecuentemente por faltarle al profesor el conocimiento psicológico necesario. En vez de estimular (o creer que estimula al alumno) pone desde el principio, problemas muy difíciles que al alumno les hacen ver que esta materia es muy difícil, que debe estudiar mucho, y cosas por el estilo. En este caso la intención del profesor es quizás muy buena pero conduce, directamente al fracaso: el alumno se desanima y de una vez, pues, deja de estudiar con seriedad la física. De modo que, en este caso, no se debe el fracaso a falta de inteligencia, sino, simple y llanamente, a defectos de la enseñanza y a no saber cómo estudiar. El buen profesor comienza a dar instrucicones a sus alumnos de cómo deben estudiar y tendrá cuidado de suministrar los conocimientos en pequeñas porciones, sobre todo al principio. Existe una ley en psicología, la ley del efecto de Thorndike, que expresa —reduciéndola a una formulación muy simple— que: "Toda conducta exitosa se retiene o aprende; toda conducta frustrante se olvida y no se aprende". Se llama ley del efecto porque establece que, el efecto del aprendizaje, depende sencillamente del éxito que se tenga en aprender. Así es que, el buen profesor tratará de crearle —al alumno— la conciencia de haber triunfado, de haber logrado comprender; esta satisfacción es el mejor estímulo y la mejor motivación para que un alumno estudie día por día con entusiasmo su física.

Ahora, otras carreras que estén vinculadas a la Física, yo creo que, si uno no sabe Física, tampoco puede estudiar Química; tampoco podrá estudiar —hoy— ciertas cuestiones de Biología, sobre todo ese moderno sector de la Biología Molecular; pensemos tan sólo en los fenóménos de Osmosis que son tan importantes en los organismos y que suponen —evidentemente— buenos conocimientos de física. En general, yo pienso que, la física está supeditada a un buen conocimiento de matemática y por otra parte, la física es el fundamento de prácticamente todas las ciencias particulares de índole físico-química, incluyendo la Biología.

Estudiantes: **¿Si no conocemos todo el panorama de la Física, cómo saber si nos gusta?**

Psicólogo: Considero que esta pregunta no debería hacerse, porque cuando una persona comienza a estudiar una ciencia nueva, nunca sabe o conoce todo el panorama de ella. Así es que, ha de comenzar tratando de motivarse sólo para cogerle el gusto al estudio de esa disciplina. En esta motivación influye grandemente el profesor.

Creo que, un muchacho inteligente debe caer en cuenta de que, hay cosas que él debe saber pero que en realidad no sabe. Por jemplo, es común y corriente escuchar que, los cuerpos pesados se hunden, los livianos flotan; todo el mundo cree que esto es correcto. Sin embargo, cualquier profesor de física les dirá que esto es una falsedad. ¿No sería entonces interesante investigar por qué es una falsedad? En general, el estudio de cualquier materia y principalmente el estudio de la física, le despeja la mente y quita una serie de falsas creencias que uno arrastra consigo. Así, por ejemplo, mucha gente cree hoy todavía que, los cuerpos muy pesados caen rápidamente y los cuerpos muy livianos caen lentamente: otra falsedad. ¿No es interesante rectificar lo que uno ha aprendido falsamente sin darse cuenta?

UNIDAD 2

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.- De conocimiento específico Al finalizar esta unidad el alumno debe ser capaz de:			
2.1. Determinar las características del movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico uniforme.	Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico uniforme. Masa del electrón y del protón.	2.1.0. Proponer situaciones para determinar las características del movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico uniforme. 2.1.1. Analizar un procedimiento para determinar la masa del electrón y del protón.	Material para experimentos Proyección de películas relacionadas con el tema: Electrostática Haciendo electricidad Bibliografía P.S.S.C. Física Stollberg - Hill Física Fundamentos y Fronteras Holton - Ratter, Fundamentos de la Física Moderna Maiztegui - Sabato - Física Proyecto Nuffield - Guía de Experimentos
2.2. Establecer las formas cómo se transfiere la energía eléctrica.	Transferencia de energía eléctrica.	2.2.0. Discutir las formas de transferencia de la energía eléctrica.	
2.3. Definir la intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo eléctrico	2.3.0. Definir operacionalmente la intensidad de campo eléctrico	

PROGRAMA OFICIAL

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
2.4. Aplicar el concepto de intensidad de campo eléctrico.		2.4.0. Realizar experimentos para determinar cualitativamente la intensidad de campo producida por diferentes distribuciones de cargas.	G. Gamow - Biografía de la Física. Resnick y Halliday, Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería. Arthur Beiser Conceptos de Física Moderna Colección Ciencia Joven (Eudeba) Biblioteca del Hombre Contemporáneo (Salvatti) Revistas: Tecnirama (Codex) The Physics Teacher Scientific American. Proyección de transferencias que ilustren el proceso de --- transformación de energía eléc
2.5. Diferenciar el campo de la intensidad de campo		2.5.0. Diferenciar el campo de la intensidad de campo.	
2.6. Definir operacionalmente potencial eléctrico.	Potencial y diferencia de potencial.	2.6.0. Definir operacionalmente el potencial eléctrico.	
2.7. Definir el concepto de diferencia de potencial.		2.7.0. Definir el concepto de diferencia de potencial. 2.7.1. Definir operacionalmente la diferencia de potencial eléctrico.	
2.8. Aplicar el concepto de diferencia de potencial eléctri-		2.8.0. Proponer situaciones físicas donde se aplique el concepto	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
co.		de diferencia de potencial eléctrico.	trica. Proyección de transparencias donde se aplique el concepto de diferencia de potencial. Elaboración de cartelera ilustrativa.
2.9. Diferenciar los conceptos de intensidad de campo y potencial de un campo eléctrico		2.9.0. Diferenciar los conceptos de intensidad de campo y potencial de un campo eléctrico	
2.10. Definir el concepto de capacidad eléctrica.	Capacidad eléctrica	2.10.0. Definir el concepto de capacidad eléctrica.	
2.11. Establecer los factores de los cuales depende la capacidad eléctrica.		2.11.0. Realizar experimentos con condensadores de diferentes geometría para establecer los factores de los cuales depende la capacidad eléctrica.	
2.12. Aplicar el concepto de capacidad eléctrica.		2.12.0. Realizar experimentos para observar los procesos de carga y descarga de un condensador	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
2.- De conocimiento de los procesos de la ciencia. Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en relación con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son: 2.1. La observación 2.2. La descripción 2.3. La interpretación de datos. 3.- De apreciaciones, valores, aptitudes e intereses.	En conexión con 1	2.1.2.1. Proponer situaciones físicas donde se aplique el concepto de capacidad eléctrica. Discusiones, Lecturas. Seminarios. Proyecciones	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
Al finalizar esta unidad los alumnos deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de: 3.1. Llevar a cabo observaciones 3.2. Hacer descripciones 3.3. Interpretar datos 3.4. Desarrollar interés por el estudio individual y sistemático y por la lectura de areas afines al tema estudiado. 3.5. El trabajo en grupo	En conexión con 1	En conexión con las actividades de 1	

RESUMEN DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD II

Intensidad del campo eléctrico:

—Es la magnitud física que se utiliza para medir el campo eléctrico.

—**Su definición operacional:** es el resultado que se obtiene al dividir la fuerza eléctrica que en un punto del espacio ejerce el campo eléctrico allí existente sobre una carga de prueba q (puntiforme y positiva), entre la misma carga q. Es decir:

$$\bar{E} = \frac{\bar{F}}{q}$$

—La dirección y sentido de $\bar{E}$, teniendo presente su definición operacional, coinciden con las de $\bar{F}$.

—El vector $\bar{E}$ es tangencial punto por punto a las líneas de fuerza y su sentido coincide con la de ésta.

—Teniendo presente su definición operacional, con consideraciones matemáticas se deduce que la intensidad del campo eléctrico es dado también por la fórmula:

$$E_A = \frac{K.Q}{d^2_A}$$

donde: K es la misma constante de la fuerza Coulomb. Q es la carga que genera el campo eléctrico; y, d_A, es la distancia que hay desde la carga Q hasta el punto donde se quiere hallar la intensidad del campo.

—Siendo $\bar{E}$ una cantidad vectorial, su resultante en un punto del campo generado por varias cargas, es dada según los cálculos del álgebra vectorial.

Energía potencial eléctrica:

—Se dice que un sistema formado por un campo eléctrico y una carga de prueba q colocada en un punto A de dicho campo, posee energía potencial eléctrica en ese punto y respecto al infinito, porque el campo eléctrico está en condiciones de realizar un trabajo eléctrico para trasladar a la carga q desde el punto A hasta el infinito (punto donde se **supone** que la energía del campo eléctrico es nula).

—La energía potencial eléctrica depende no sólo de la intensidad del campo eléctrico sino también del valor de la carga de prueba. Esta dependencia hace surgir la necesidad de introducir otra magnitud física denominada Potencial eléctrico.

Potencial eléctrico:

—Es una magnitud escalar que se aplica para medir el campo eléctrico en cada uno de sus puntos

—**Su definición operacional:** "Se llama potencial del campo eléctrico en un punto A, al resultado que se obtiene de dividir: el trabajo realizado por las fuerzas del campo eléctrico para desplazar la carga de prueba q, desde A hasta el infinito (punto donde se **supone** que el potencial eléctrico es nulo); entre, el valor de la carga de prueba q. En fórmula:

$$V_A = \frac{T_{A \rightarrow \infty}}{q}$$

—Su valor depende exclusivamente de las propiedades del campo eléctrico y no de la carga de prueba (como en la medida de la energía del campo eléctrico).

—Partiendo de la definición operacional del potencial eléctrico, puede deducirse matemáticamente que, el potencial eléctrico generado por una carga de Q en un punto A de su campo ubicado a una distancia d_A de ella, es dada por la fórmula:

$$V_A = \frac{K.Q_A}{d_A}$$

donde K es la misma constante de proporcionalidad de la fuerza de Coulomb.

—El potencial eléctrico puede ser positivo o negativo, según lo sea la carga Q que genera el campo eléctrico.

—Siendo una cantidad escalar, el potencial resultante generado por varias cargas eléctricas puntiformes viene dado por una suma algebraica.

Voltio:

—Es la unidad que precedida por un número representa la medida del potencial eléctrico en el Sistema Internacional.

—**Se define como:** "Se dice que el potencial eléctrico en un punto A es de 1 Volt, cuando el trabajo que las fuerzas eléctricas deben realizar para desplazar la carga de 1 Coulomb del punto A al infinito es de 1 Joule.

Diferencia de potencial eléctrico:

—Tiene el mismo significado físico del potencial eléctrico, sólo que, se habla de un trabajo eléctrico realizado entre dos puntos a distancia finita de la carga que genera el campo.

—**Su definición operacional:** "La diferencia de potencial entre dos puntos A y B de un campo eléctrico, es el resultado que se obtiene al dividir: el trabajo realizado por las fuerzas del campo eléctrico, para desplazar la carga de prueba q del punto A al punto B; entre la misma carga de prueba q". En fórmula:

$$V_A - V_B = \frac{T_{A \rightarrow B}}{q}$$

—La diferencia de potencial puede ser positiva, negativa, o nula, según lo sea el trabajo eléctrico para desplazar la carga de prueba en el campo en cuestión.

La relación entre la intensidad del campo eléctrico y la diferencia de potencial eléctrico:

—Las dos magnitudes miden el comportamiento del campo eléctrico.

—Están íntimamente relacionadas y por lo general es cuestión de conveniencias para decidirse por cuál de ellas resolver un problema dado.

—La relación existente es:

$$E = \frac{V_{A-B}}{d_{AB}}$$

—No existe relación entre la intensidad del campo eléctrico y el potencial eléctrico, sino, entre la intensidad del campo eléctrico y la **diferencia** de potencial eléctrico.

Condensador eléctrico:

—Es el conjunto constituido por dos placas metálicas llamadas armaduras, dispuestas una cerca de la otra y paralelamente entre sí. Por lo general contienen entre sus armaduras un material aislante como: mica, vidrio, agua destilada, parafina, etc.

—Sus formas son variadas: planas, cilíndricas, esféricas.

—Su finalidad es concentrar gran cantidad de energía eléctrica en el menor espacio posible.

Capacidad eléctrica:

—Es la aptitud de un condensador para que éste almacene más o menos energía eléctrica entre sus armaduras.

—Es la constante de un condensador cuyo valor depende:

del área de las armaduras;
de la distancia entre las armaduras;
del aislante colocado entre las armaduras.

—Su fórmula: $C = Q/V$.

Farad:

—Es la unidad que precedida por un número representa la medida de la capacidad eléctrica en el S.I.U. Se simboliza con F.

—Se define como: la capacidad eléctrica de un condensador es de 1 F cuando aplicada entre los extremos de sus armaduras la diferencia de potencial de 1 Volt, existe en una de sus armaduras la carga de 1 Coulomb. En fórmula: $1\ F = 1C/1\ V$.

—Algunos de sus sub-múltiplos son:
el microfarad: $\mu F = 10^{-6}$ F
el picofarad: $p = 10^{-12}$ F

Conexión de condensadores:

a) **En serie:** dos o más condensadores están conectados en serie cuando cumplen con las relaciones siguientes:

$Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_n = Q_t$
$V_1 + V_2 + \ldots + V_n = V_t$

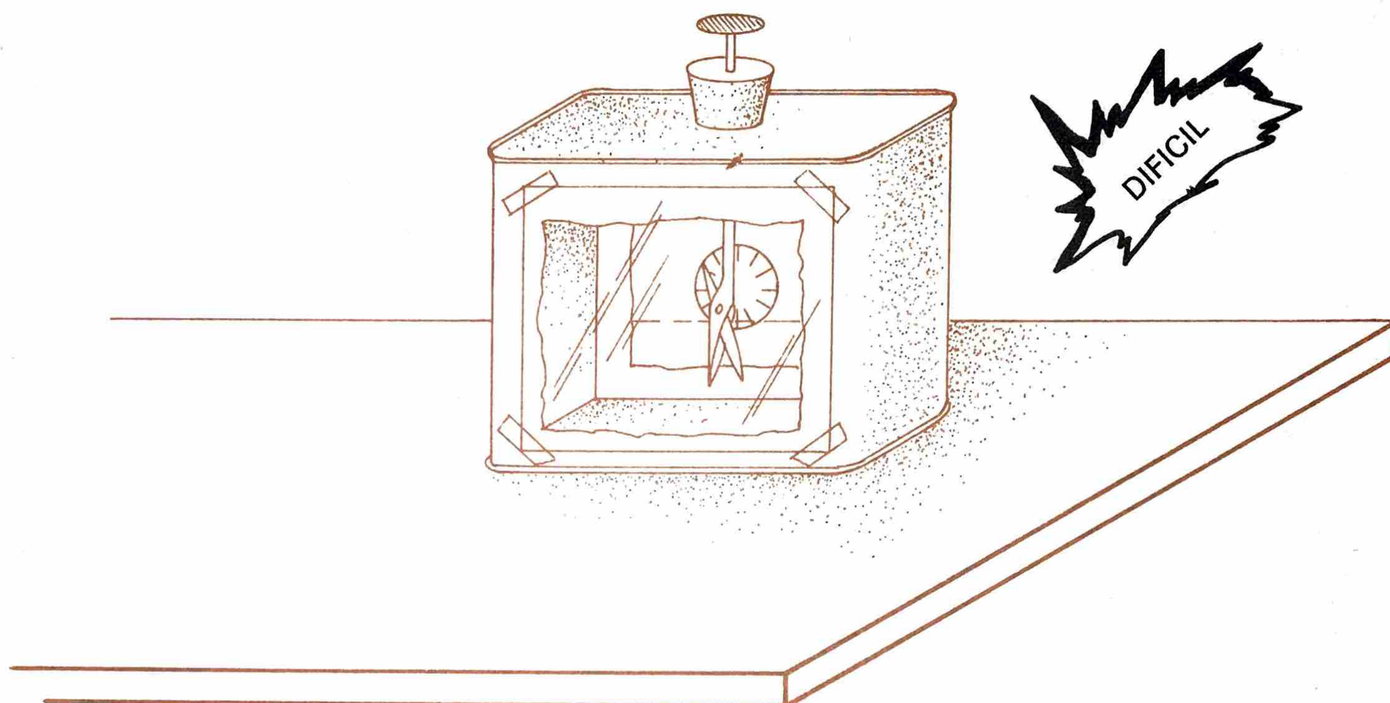
$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots \frac{1}{C_n} = \frac{1}{C_t}$$

b) **En paralelo:** dos o más condensadores están conectados en paralelo cuando cumplen con las relaciones siguientes:

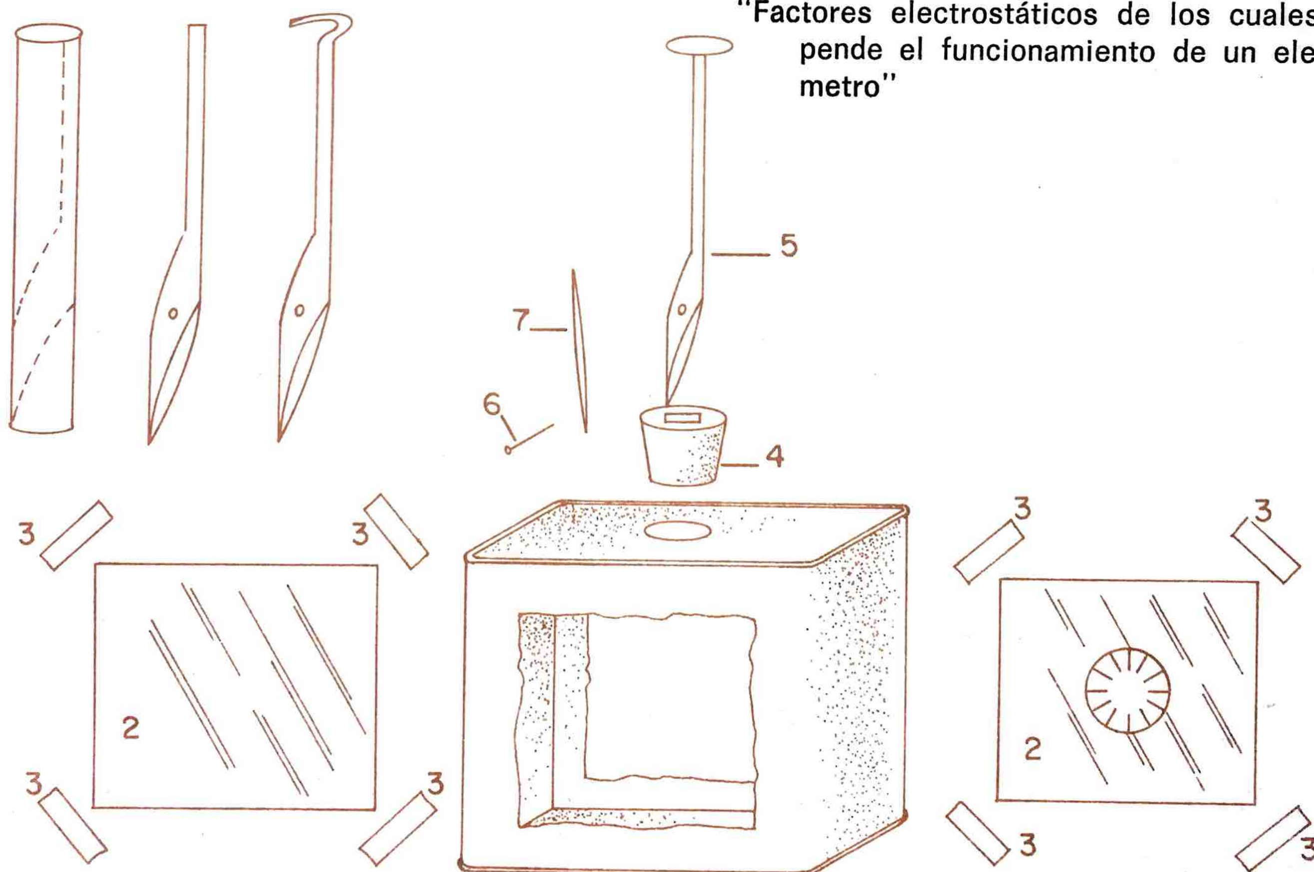
$Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = Q_t$
$V_1 = V_2 = \ldots = V_n = V_t$
$C_1 + C_2 + \ldots + C_n = C_t$

ALTERNATIVA II-1: ELECTROMETRO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:



"Factores electrostáticos de los cuales depende el funcionamiento de un electrómetro"



Detalles para la construcción

Lista de Materiales:

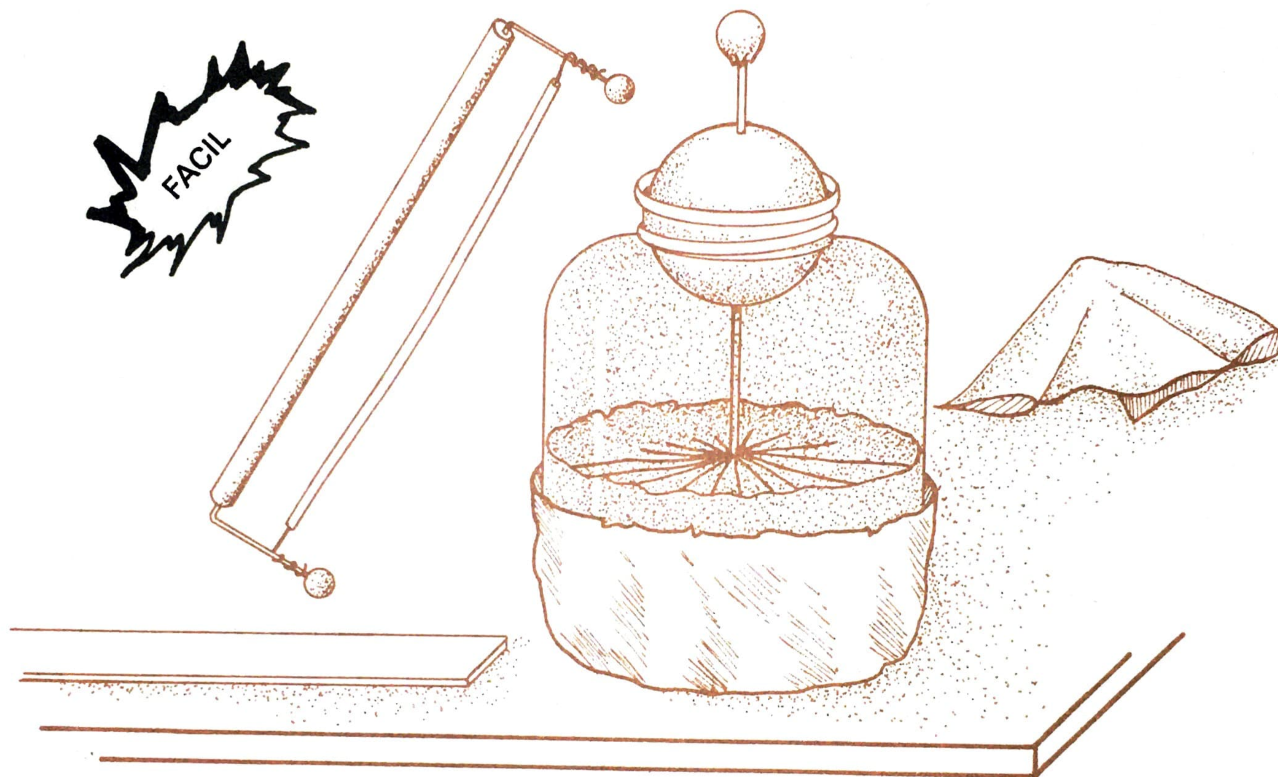
1. Lata, de lados rectangulares, abierta por las caras mayores y horadada por la parte central de la cara superior.
2. Vidrios con escala (en uno de ellos).
3. Cinta pegante para sujetar 2.
4. Tapón de corcho o anime horadado para dejar pasar y sujetar 5.
5. Tubo delgado metálico cortado según "detalle para la construcción".
6. Alfiler para sostener aguja indicadora.
7. Aguja indicadora.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA II-2: BOTELLA DE LEYDEN

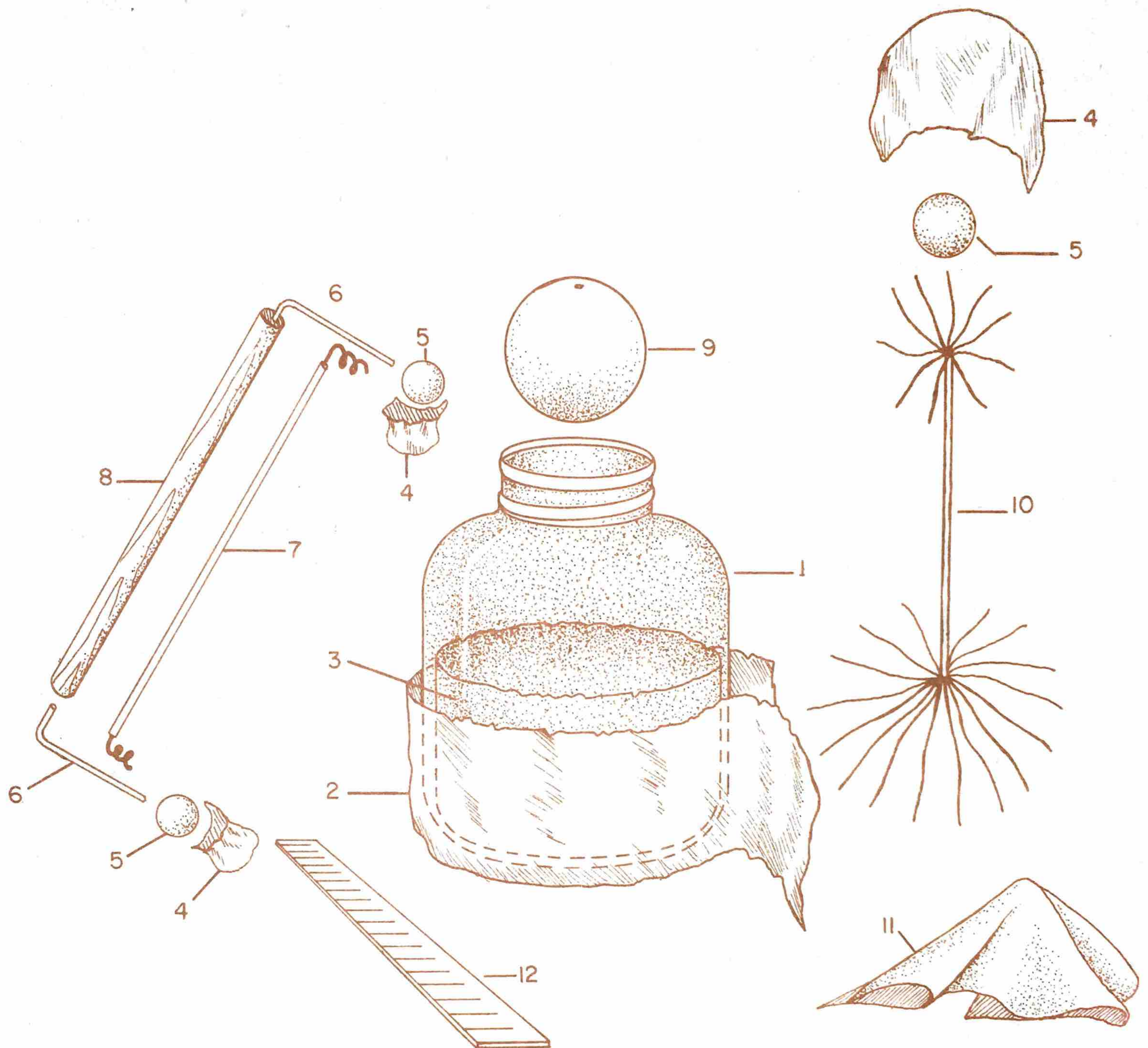
Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores electrostáticos de los cuales depende la capacidad eléctrica de un condensador cilíndrico".



Lista de Materiales:

1. Botella de vidrio barnizada exteriormente, en las partes no cubiertas de aluminio, con goma laca disuelta en alcohol.
2. Cubierta exterior de papel de aluminio.
3. Cubierta interior de papel de aluminio.
4. Cubierta de papel de aluminio.
5. Pelota pequeña de anime.
6. Alambre de gancho de ropa.
7. Cable conductor aislado.
8. Madera de gancho de ropa.
9. Pelota de goma horadada.
10. Cable conductor para poner en contacto el exterior con la cubierta interior de aluminio.
11. Paño de lana.
12. Barra de plástico (como una regla).

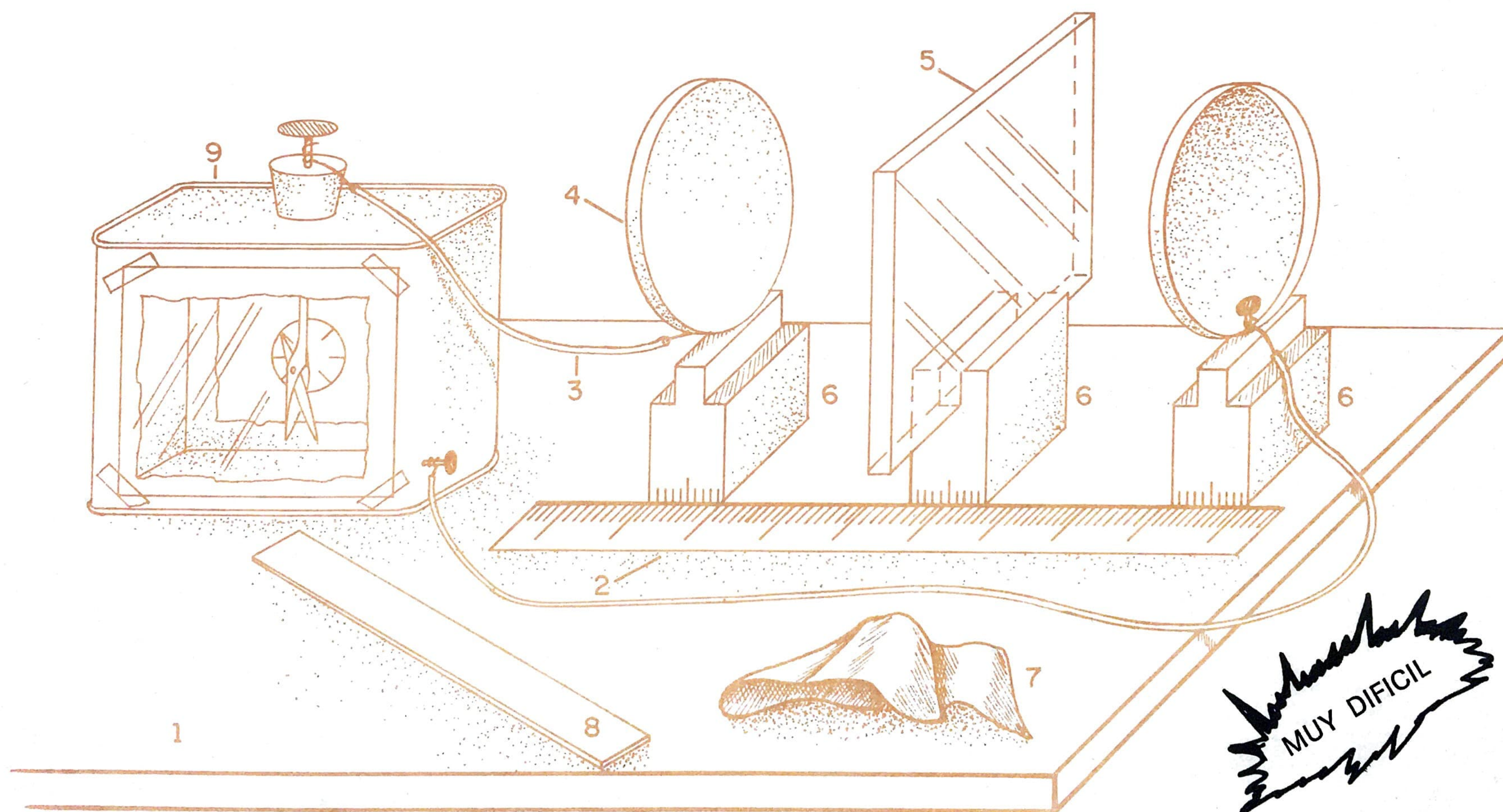


ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA II-3: CONDENSADOR DE ARMADURAS PLANAS

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores electrostáticos de los cuales depende la capacidad eléctrica de un condensador plano".



Lista de Materiales:

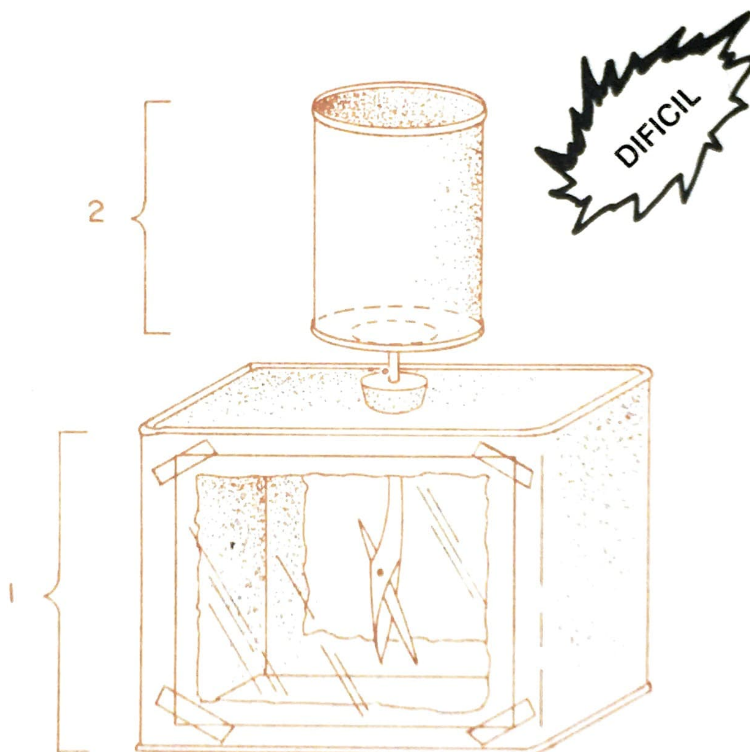
1. Tabla de madera.
2. Regla o cinta de medir en centímetros fija a la tabla soporte.
3. Cable conductor.
4. Tapa de tope metálica y circular.
5. Lamina de vidrio.
6. Soportes móviles de madera con escala dibujada.
7. Paño de lana.
8. Regla o varilla de plástico para electrizar por frotamiento y cargar al condensador por contacto.
9. Elecrómetro según la alternativa II-1.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA II-4: ELECTROMETRO DE FARADAY

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende el funcionamiento de un electrómetro de Faraday"



Lista de materiales:

1. Electrómetro (ver detalles de la construcción en la alternativa II-1).
2. Recipiente de lata (refrescos, cerveza, etc.) abierto por arriba, colocado sobre el disco del electrómetro.

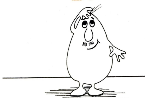
ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA CREATIVA

Un contenido no previsto en las alternativas anteriores pero relacionada con esta Unidad del Programa Oficial.

Es probable que quieran satisfacer una curiosidad Física no prevista en las alternativas anteriores; entonces, propónganla e impleméntenla; así estarán demostrando posibles inclinaciones a las carreras científicas.



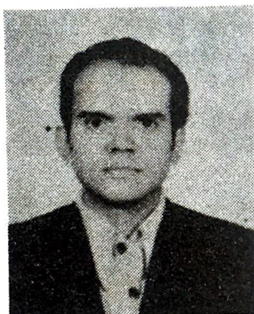


ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

UNIDAD III

CIRCUITOS ELECTRICOS

LOS ESTUDIANTES ENTREVISTAN A UN PROFESOR UNIVERSITARIO



Dr. Celso Luis Ladera González

Nacido en Caracas el 06-04-1942, San Agustín del Sur; criado en San José (parroquia de Caracas).

Primaria en: Esc. Federal "Manuel María Echeandía", Grupo Esc. "Francisco Pimentel".

Secundaria: Liceos "Luis Ezpelosín" y "Andrés Bello". Graduado de Prof. Física y Matemática en el I.U.P.C.

Post-Grados: Master Science Física, Universidad de Reading Greant Britain; Ph.D., Universidad de Reading Greant Britain, Especialidad Optica Cuántica.

Profesor de Física y Matemática de los Liceos: "José Gil Fortuoul", Valle de la Pascua; "Luis Ezpelosín", Caracas; I.U.P.C. (Dpto. Mat. y Física); U.S.B. (Dpto. Física).

Miembro por elección del Instituto de Física de Gran Bretaña (grupos: Educación, Electrónica Cuántica y Optica).

Miembro de la Sociedad de Optica de los E.U.A.

Miembro de la Asociación Americana de Profesores de Física.

Estudiantes: ¿Si no conocemos todo el panorama de la Física, cómo sabemos si nos gusta?

Profesor: Hoy en día no existe ningún físico que conozca todo ese conjunto de teorías, leyes, aplicaciones e instrumentos que denominamos Física. El encuentro inicial de un joven con los objetos físicos, fenómenos físicos, tales como la propagación de ondas en el agua, el calentamiento por fricción, electrificación por fricción, reflexión y refracción de la luz, y con un conjunto de leyes físicas como son las leyes de Newton para la mecánica, son suficientes para darle a ese joven, y a cualquier persona, una idea de los objetivos de la Física y su metodología de estudio. Esta idea indicará inclinación o no por la Física. Lo más importante es, sin embargo, el conocimiento que se pueda tener de las aplicaciones de la física que nos rodea: el termómetro, los motores, la generación de electricidad, el transistor, la plancha eléctrica, las secadoras de ropa, el aislamiento contra ruidos y otras. La inmensa importancia de la Física es lo que atrae al hombre hacia su campo.

Estudiantes: ¿Tienen usos los conocimientos de la Física que recibimos en Bachillerato para las carreras de nivel superior?

Profesor: Los conocimientos de Física adquiridos en Educación Media sirven de base fundamental al estudio de aquella ciencia en Educación Superior, de allí que es importante que sean enseñados y estudiados bien. Los ejemplos que se pueden poner son muchos, entre ellos: el uso del vernier y del tornillo micrométrico, el concepto de trabajo mecánico, el sistema de unidades de medición, la ley de los vasos comunicantes, el carácter relativo del movimiento, la ley de Faraday.

Estudiantes: ¿El fracasar en la Física del Bachillerato, es señal de que no servimos para estudiar carreras que estén vinculadas a ella?

Profesor: No necesariamente; tu fracaso en física en Educación Media puede ser debido a razones transitorias, esto es, no valederas uno o dos años más tarde. Por ejemplo, es frecuente encontrar el caso de docentes de la física que presentan esta ciencia como ejercicios de álgebra, con poca o ninguna vinculación por la realidad y con **total aislamiento de la aplicabilidad** de esta ciencia; el resultado de todo esto es fracaso. Fracaso porque el joven adolescente no se siente motivado, más bien siente que no puede con la física y no se da cuenta (tampoco el docente) de que lo que no sabe es álgebra. **Esto no implica** que debemos eliminar la matemática de la física, sería un error intolerable. Por otra parte tu fracaso puede deberse a la situación biológica y psicológica y sobre todo a la influencia negativa del medio social del adolescente. Los cambios biológicos y psicológicos inclinan al joven a alejar su interés de sus estudios; el medio ambiente vulgarizado y la crisis de valores morales usualmente pesan más que una física mal motivada y carente de atractivos. Todo esto es transitorio, pero usualmente el adolescente no se percata de ello.

Estudiantes. ¿Cuáles son las carreras donde la Física es una materia importante?

Profesor: En Ciencias: Física, Química, Computación, Biología, Materiales, Oceanografía, Meteorología. En Ingeniería: todas sus ramas, incluyendo ingeniería de Materiales, de Computación, Aeronáutica, Naval. Otras carreras: Medicina, Farmamacia, Arquitectura, Bioanálisis, Geología, Geografía, Ciencias de la Tierra, Derecho (debido a la asistencia legal a empresas industriales y a la asistencia técnica y científica se requieren los juicios).

Estudiantes: ¿Si queremos ser un Investigador en el campo de la Física, qué debemos hacer?

Profesor: Para ser un investigador en Física se requieren, a más de otras de carácter más secundario, cuatro características fundamentales:

I) Fundamentación (conocimientos) en teorías físicas y técnicas experimentales de la Física.

II) Estar en un medio ambiente apropiado, por ejemplo, interactuar con físicos o con un ambiente que plantea fenómenos e incógnitas físicas. La asociación temporal con físicos o profesionales es la técnica usual para la preparación de nuevos físicos, tal es el caso de los trabajos de investigación de los Ph.D. (verdadero hasta un noventa y cinco por ciento, pues un 5 por ciento trabaja con independencia total).

III) Tener perseverancia.

IV) Trabajar sistemáticamente.

Otras características incluyen: espíritu crítico, y conocimiento matemático.

Estudiantes: ¿Si queremos estudiar Física, dónde hacerlo en Venezuela?

Profesor: Universidad Central de Venezuela, Universidad Simón Bolívar, Universidad de Oriente, Universidad de los Andes. Pedagogía en Física en todos los Institutos Pedagógicos.

Estudiantes: ¿Puede un profesor de Física dedicarse a la investigación científica?

Profesor: Un profesor de Física en Educación Media puede hacer investigación física; bastaría que tomase alguno de los fenómenos físicos que observa a su alrededor y trate de darle una explicación usando el método científico. Dado que usualmente el problema es encontrar un tema de investigación apropiado, yo sugeriría a aquel docente de Educación Media que entrara en contacto con universidades e industrias, y que se suscribiera a unas tres o cuatro revistas científicas. Ejemplos: Report en Progress in Physics, Scientific American, Physics Today, Review of Modern Physics.

En cuanto a Educación Superior se refiere, es política, que se empieza a hacer universal, el que todo profesor universitario de Física debe hacer investigación.

Estudiantes: ¿Cuántos profesores graduados en la especialidad de Física hacen falta en Venezuela?

Profesor: Es difícil de precisar tal número; constantemente hay creaciones de institutos de Educación de segundo y tercer nivel y la demanda de docentes de Física aumenta. Se estima que en Educación Media hay déficit de 83 por ciento de profesores de Física graduados; este déficit se cubre con personal no graduado que, en la mayor parte de los casos no tiene calificación para dictar física.

Estudiantes: ¿Qué probabilidad de trabajo tiene un profesor de Física y qué salario puede llegar a devengar?

Profesor: Las posibilidades de trabajo para un profesor de Física son muchas; la demanda supera, mucras veces, a la oferta.

Un profesor de Física de Educación Media puede llegar a obtener unos Bs. 4.500 por su trabajo. A nivel universitario el sueldo puede llegar a ser el doble, típicamente Bs. 7.000.

Estudiantes: ¿Es la Física una carrera para mentes excepcionales?

Profesor: No necesariamente; la perseverancia en el estudio de la Física y en los trabajos de investigación puede producir un físico excepcional.

Estudiantes: ¿Cuáles aportes ha dado la mujer al campo de la Física?

Profesor: Por razones desconocidas, son pocas las mujeres que se dedican a la Física. En el Departamento de Física de la U.S.B. hay aproximadamente 60 profesores de los cuales sólo 6 son damas (diez por ciento). En la Universidad de Reading (England) sólo el 2 por ciento (aproximadamente) de los docentes, y sólo el 8 por ciento (aproximadamente) de los estudiantes de post-grado, son damas. Algunos físicos femeninos han dado aportes fundamentales para la física, tal es el caso de María Curie (1867-1934) en el estudio de la radioactividad (Premio Nóbel de Física de 1903, compartido con Pierre Curie y Henry Becquerel). Otro caso es el de María Goeppert-Mayer (1906-1972) quien hizo contribuciones fundamentales a la teoría del llamado modelo de concha y de los números mágicos para el núcleo atómico (Premio Nóbel de Física 1963, compartido con Eugene B. Wigner y J. H. D. Jensen).

UNIDAD 3

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S C S
1.- De conocimiento específico Al finalizar esta unidad el alumno debe ser capaz de:			
3.1 Establecer el concepto de corriente eléctrica.	Corriente eléctrica	3.1.0. Realizar experimentos donde se manifiesten los efectos de la corriente eléctrica, por ejemplo: electrólisis, fusibles, lámparas incandescentes.	Material para experimentos Proyección de películas relacionadas con el tema: Electrostática Haciendo electricidad Bibliografía P.S.S.C. Física Stollberg - Hill Física Fundamentos y Fronteras Holton - Ratter, Fundamentos de la Física Moderna Maiztegui - Sabato - Física Proyecto Nuffield - Guía de Experimentos
3.2. Establecer el concepto de conductividad eléctrica	Conductividad eléctrica	3.2.0. Realizar experimentos que permitan establecer el concepto de conductividad eléctrica.	
3.3. Aplicar el concepto de conductividad a los gases, metales y soluciones		3.3.0. Realizar experimentos para determinar la conductividad en los gases, metales y soluciones.	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
3.4. Clasificar los materiales de acuerdo a su conductividad en: conductores, semi conductores y aisladores.		3.4.0. Utilizar los resultados de la actividad 3.3.0. para clasificar los materiales en conductores, semi conductores y aisladores.	
3.5. Determinar experimentalmente la relación $V = f(I)$	Ley de Ohm	3.5.0. Realizar experimentos que permitan determinar el comportamiento de una corriente eléctrica continua en un conductor: hilo de metal, lámpara incandescente, soluciones, etc.	
		3.5.1. A partir de los datos obtenidos en la actividad 3.5.0. hacer la representación gráfica $V = f(I)$	

PROGRAMA OFICIAL

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
3.6. Definir el concepto de resistencia eléctrica.		3.6.0. A partir de la gráfica obtenida en la actividad 3.5.1. definir la resistencia eléctrica de un conductor para una intensidad dada como la pendiente. $\frac{\Delta V}{\Delta I} = f(I)$	
		3.6.1. Representar gráficamente $R = f(I)$	
		3.6.2. Analizar la representación gráfica obtenida en 3.6.1.	
3.7. Concluir que para un conductor lineal se cumple la Ley de Ohm.		3.7.0. Concluir a partir del análisis realizado en la actividad 3.6.2. que para un conductor lineal se cumple. $V = R \cdot I$	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
3.8. Establecer experimentalmente los factores de los cuales depende la resistencia eléctrica.		3.8.0. Realizar experimentos para establecer los factores de los cuales depende la resistencia eléctrica de un conductor lineal.	
		3.8.1. Hacer las gráficas: $R = f(l)$ $R = f(s)$ $R = f\left(\frac{1}{S}\right)$ para diferentes conductores	
3.9. Concluir que $R = \rho \frac{l}{s}$ donde: R : resistencia; ρ: resistividad; l: longitud; s : sección de conductor		3.9.0. Analizar las representaciones gráficas de 3.8.1. y concluir que $R = \rho \frac{l}{s}$	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
3.10. Aplicar la Ley de Ohm al cálculo de circuitos simples.	Circuitos simples	3.10.0. Estudiar experimentalmente las leyes de resistencia conectadas en serie y en derivación.	
		3.10.1. Realizar las siguientes instalaciones eléctricas: a) Circuito de vaivén b) Realizar una instalación eléctrica con corriente de la red utilizando taponeras, rosetas, disyuntores.	
3.11. Establecer la Ley de Joule.	Ley de Joule	3.11.0. Realizar experimentos que permitan establecer la Ley de Joule.	
3.12. Aplicar la Ley de Joule a		3.12.0. Realizar experimentos don	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
un circuito resistivo		de se aplique la Ley de Joule.	
2.- De conocimiento de los procesos de la ciencia. Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en relación con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son:	En conexión con 1	Discusiones, lecturas, Seminarios, proyecciones	
2.2. La descripción			
2.3. La interpretación de datos			
2.4. La formulación de hipótesis			
2.5. La Formulación de leyes			
3.- De apreciaciones, valores, aptitudes e intereses. Al terminar esta unidad los alumnos -			

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de :			
3.1. Llevar a cabo observaciones	En conexión con 1	3.1.0. En conexión con las actividades de 1.	
3.2. Hacer descripciones			
3.3. Interpretar datos			
3.4. Construcción e interpretación de gráficos.			
3.5. Desarrollar interés por el estudio individual y sistemático y por la lectura sobre áreas afines a la unidad estudiada.			

RESUMEN DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD III

Corriente eléctrica:

—Es un flujo de electrones en los conductores sólidos.

—Es un flujo de iones en los conductores líquidos y gaseosos.

—Su medida la expresa la magnitud física denominada: intensidad de corriente eléctrica.

Intensidad de corriente eléctrica:

—Es la medida de la corriente eléctrica.

—**Media, se define como:** "El cociente que resulta al dividir: la cantidad de cargas eléctricas Δq que atraviesa la sección transversal de un conductor, entre el intervalo de tiempo Δt empleado para ello". En fórmula:

$$I_m = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

—**Instantánea, se define como:** El cociente que resulta al vidir: la cantidad de cargas eléctricas (q) que atraviesan la sección transversal de un conductor, entre un intervalo de tiempo muchísimo más pequeño de lo que puede imaginarse (es decir, cuando el intervalo de tiempo tiende a cero).

—**El Amper** precedido por un número, representa la medida de la intensidad de corriente en el S.I.U.

—**El Miliamper** es un submúltiplo del Amper y, equivale a 10^{-3} (una milésima parte) del Amper.

Coulomb:

—Precedido por un número, representa la medida de una cantidad de cargas eléctricas en el S.I.U.

—**Se define como:** aquella cantidad de cargas eléctricas que atraviesa la sección transversal de un conductor en un segundo, cuando por dicha sección atraviesa la intensidad de corriente de 1 Amper.

Circuito eléctrico:

Está constituido al menos por:

un generador de corriente eléctrica.

un aparato receptor o consumidor de energía eléctrica.

conductores para unir el generador con el receptor.

Algunos efectos de la corriente eléctrica:

—Térmico, como en las planchas y calentadores eléctricos;

—Luminoso, como en los bombillos;

—Magnético, como en los electroimanes;

—Químico, como en la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno.

Conductores eléctricos:

—Se caracterizan por tener electrones libres en los sólidos, e iones disponibles en las soluciones.

—Los metales, las soluciones ionizadas, la tierra húmeda, el cuerpo humano, etc.; son algunos ejemplos de buenos conductores eléctricos.

Aislantes eléctricos:

—Se caracterizan por no tener electrones libres en los sólidos, o iones disponibles en las soluciones.

—Las gomas, las maderas secas, las porcelanas, el agua químicamente pura, etc.; son ejemplos.

Semiconductores:

—Se caracterizan por tener una capacidad de conducción eléctrica en un sentido y no en el otro, gracias a una "impureza" que sus fabricantes colocan en materiales malos conductores de electricidad.

—El germanio contaminado con el indio, es un ejemplo de material semiconductor.

Generadores de corriente eléctrica:

—Son indispensables para producir corriente eléctrica a través de un circuito.

—Necesariamente gasta alguna forma de energía: química (pilas), hidráulica, térmica, etc.

—Ejemplos: una pila, una batería, un dinamo, etc.

Voltímetro:

—Es un instrumento de medida para la diferencia de potencial eléctrico.

—Se conecta en paralelo.

Amperímetro:

—Es el instrumento de medición de la intensidad de corriente eléctrica.

—Se conecta en serie.

Fuerza electromotriz:

—Es la diferencia de potencial que se mide en los extremos de un generador cuando éste no está funcionando.

—La abreviamos con f o con f.e.m.

Conexión de pilas:

a) **En serie:**

—Cuando se conectan dos o más pilas de tal manera que, el negativo de una se conecta con el positivo de una segunda, el positivo de ésta con el negativo de una tercera, etc.

—La fuerza electromotriz total es igual a la suma de las f.e.m. de las pilas componentes:

$$f = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n.$$

b) **En paralelo:**

—Cuando se conectan dos o más pilas de tal manera que, por un lado se conectan entre sí todos los bornes positivos y, por el otro lado se conectan entre sí todos los bornes negativos.

—Si las f.e.m de cada una de ellas son iguales, entonces la f.e.m. total es igual a la f.e.m. de una sola.

Ley de Ohm:

—**Enunciado:** "La intensidad de corriente I que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial ΔV aplicada entre los extremos del conductor".

—**Fórmula:** $I = R \Delta V$ donde R es una constante llamada resistencia del conductor, sólo depende de las propiedades del mismo (longitud, sección, material que lo constituye) y de su temperatura.

—**Limitaciones:** Es válida para conductores sólidos, y en éstos debe tener en cuenta el hecho que se calientan.

Ohm.

—Es la unidad que precedida por un número representa la medida de una resistencia eléctrica en el S.I.U.

—Se define como: la resistencia que ofrece un conductor por el cual fluye 1 Amper de corriente cuando en sus extremos se aplica la diferencia de potencial de 1 Volt.

—Abreviación: 1Ω

—En fórmula: $1\Omega = \dfrac{1V}{1A}$

Resistencia eléctrica:

—Es la constante de proporcionalidad que resulta de dividir la intensidad de corriente que circula por un conductor y la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos.

—Depende de las características geométricas (longitud y sección transversal) y física (estructura reticular) del conductor. También depende de su temperatura.

Resistividad de un conductor:

—Es la resistencia eléctrica que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica debido a su estructura reticular (plata, cobre, oro, hierro...) y de la temperatura a la cual se encuentran.

Fórmulas:

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad \text{(ley de Ohm)}$$

$$R = \varrho \frac{L}{S} \quad \text{(según los factores geométricos y físicos)}$$

Conexión en serie:

—Es cuando dos o más resistencia se conectan una a continuación de la otra, formando una cadena.

—Valen las relaciones siguientes:

$$I_t = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$
$$V_t = V_1 + V_2 + \dots V_n$$
$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

—La resistencia total es siempre mayor de las resistencias parciales.

Conexión en paralelo:

—Es cuando dos o más resistencias se conectan sus extremos entre sí formando racimos.

—Valen las relaciones siguientes:

$$I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$
$$V_t = V_1 = V_2 = \dots V_n$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

—La resistencia total es siempre menor de las menores de las resistencias parciales.

El efecto Joule:

—Es el efecto calórico de la corriente a través de una resistencia eléctrica.

Ley de Joule:

—La cantidad de energía desarrollada bajo forma de calor Q por efecto del paso de una corriente I a través de una resistencia R durante un intervalo de tiempo Δt, se mide experimentalmente por medio de un calorímetro y, la ley de Joule contempla que: "La cantidad de calor desarrollado Q es directamente proporcional al intervalo de tiempo Δt a la resistencia R, y al cuadrado de la intensidad I de corriente".

—Fórmula: $Q = K \Delta t R I^2$. Donde K es una constante cuyo valor depende del sistema de unidades elegido y es 1 ó 0,24 según se desee el resultado en Joules o en calorías.

Potencia eléctrica:

—Es la rapidez con que se consume una energía eléctrica.

—Su fórmula es: P = T/t ó P = V.I.

—Sus unidades son: el Watt en el S.I.U. y el kilowatt.
1. K.W. = 1.000 W.

El kilo-watt-hora:

—Es una unidad de energía eléctrica muy utilizada en los recibos de electricidad que nos llegan a nuestras casas.

—Su abreviación: K. W. H.

—Su significado físico: es la energía eléctrica consumida por una potencia de 1.000 W en el tiempo de 1 hora.

Corto circuito:

—Es una manifestación violenta y negativa del efecto Joule.

—Se produce cuando se conectan entre sí dos resistencias en paralelo y una de ellas es muy pequeña con respecto a la otra.

Fusible:

—Consiste en un trocito de alambre de plomo, cobre o estaño de soldar, que se funde cuando por él circula una corriente de intensidad superior a cierto límite.

—La fusión del alambre interrumpe el circuito y suprime el paso de corriente.

Fuerza electromotriz:

—Abreviación: f ó f.e.m.

—Es la diferencia de potencial medida con un voltímetro en los extremos de un generador a circuito abierto.

—Es la suma de la diferencia de potencial externo ΔV_e más la diferencia de potencial interno ΔV_i de un generador:
$f = \Delta V_e + \Delta V_i$

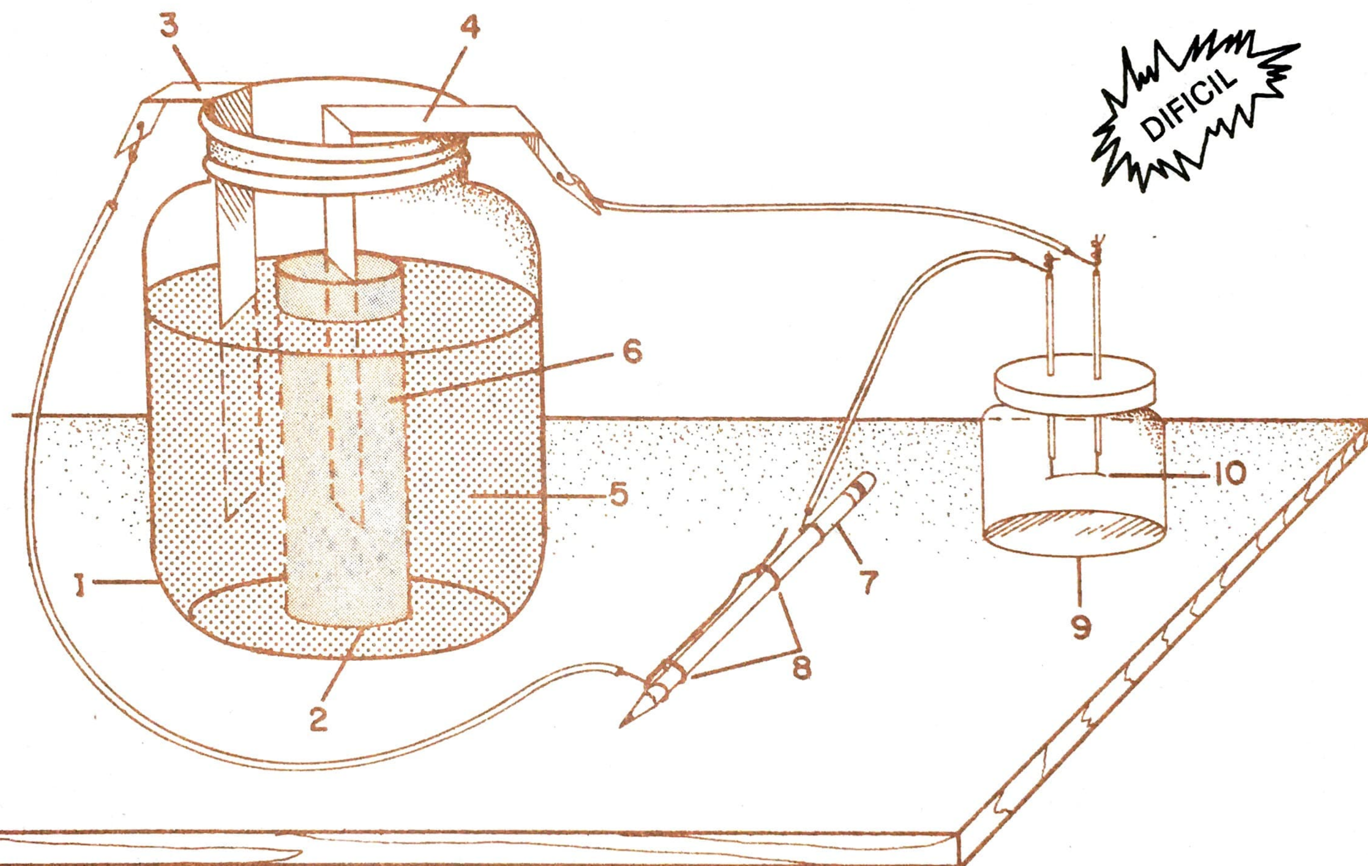
—Es la energía que debe gastar un generador para desplazar una unidad de carga por todo el circuito: interno y externo al generador.

—Se relaciona con la resistencia total del circuito $R_t = R_i + R_e$, y con la intensidad de corriente que circula por todo el circuito, según la relación: $f = (R_e + R_i)\ I$ llamada ley de Ohm para todo el circuito.

ALTERNATIVA III-1: PILA ELECTRICA

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la fuerza electromotriz de una pila eléctrica"



Lista de Materiales:

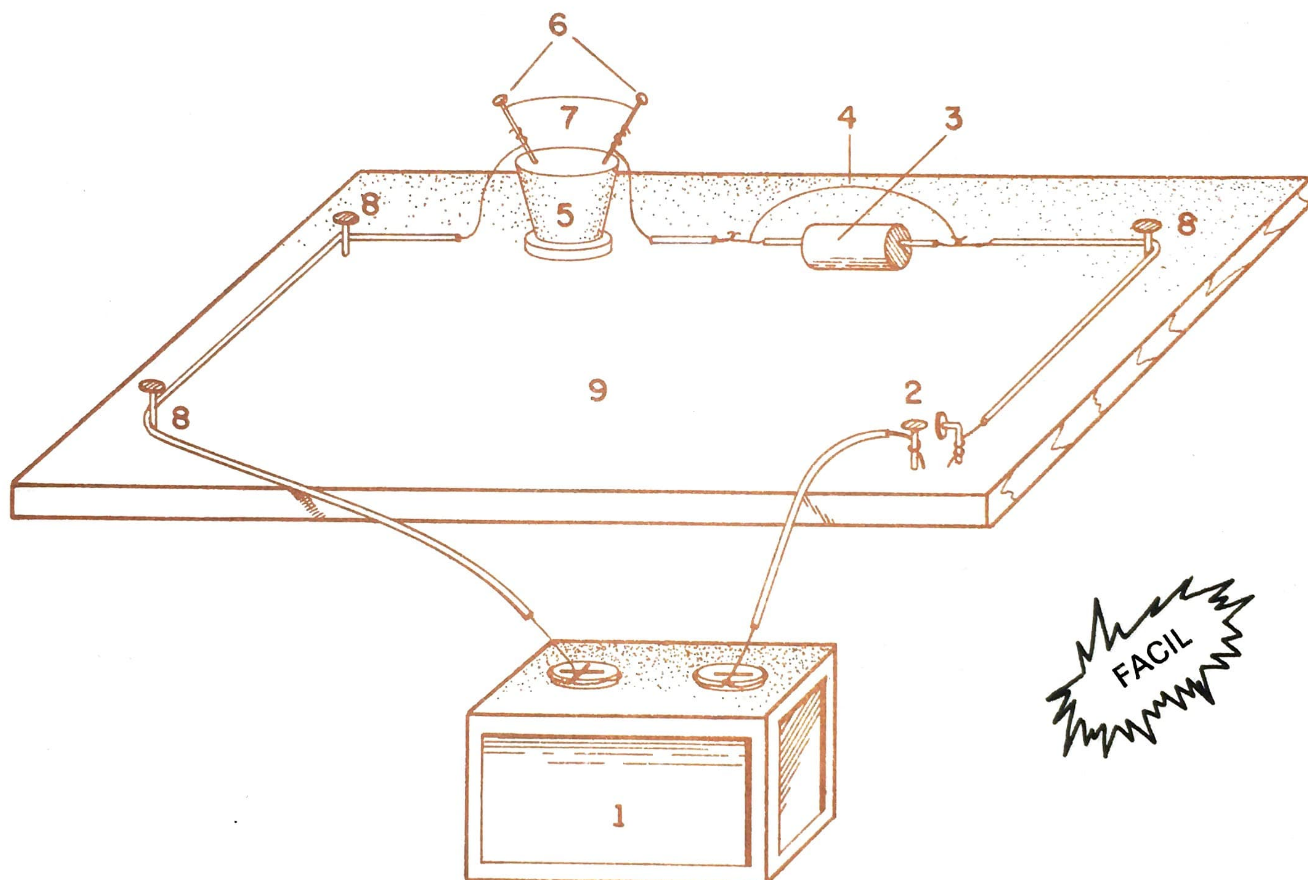
1. Frasco de mayonesa.
2. Tubo de cartón.
3. Placa de cobre.
4. Plaza de cinc.
5. Mezcla de sulfato de cobre y yeso formando una pasta líquida.
6. Mezcla de sulfato de cinc con ácido sulfúrico.
7. Lápiz.
8. Ligas.
9. Frasco de compota.
10. Pelo de cable.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA III-2: CORTO CIRCUITO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la producción de un corto circuito"



Lista de Materiales:

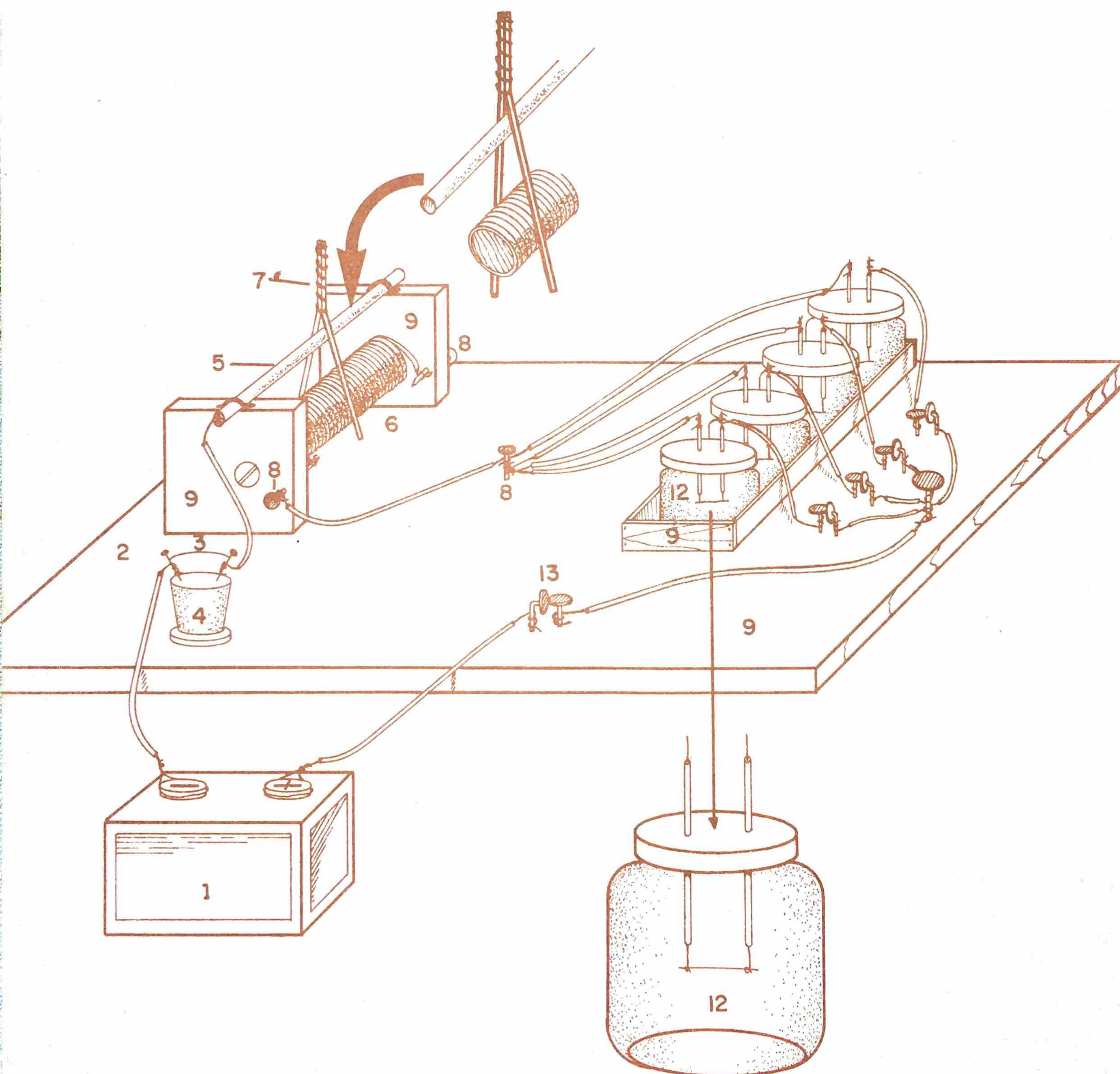
1. Batería semigastada de carro.
2. Clavos como interruptor.
3. Resistencia eléctrica (puede ser de un radio en desuso).
4. Pelo de cable.
5. Corcho.
6. Alfileres.
7. Tira de estaño (envoltura de tabletas de chocolate).
8. Clavos.
9. Tabla.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA III-3: LEY DE OHM

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la intensidad de corriente eléctrica"



Lista de Materiales:

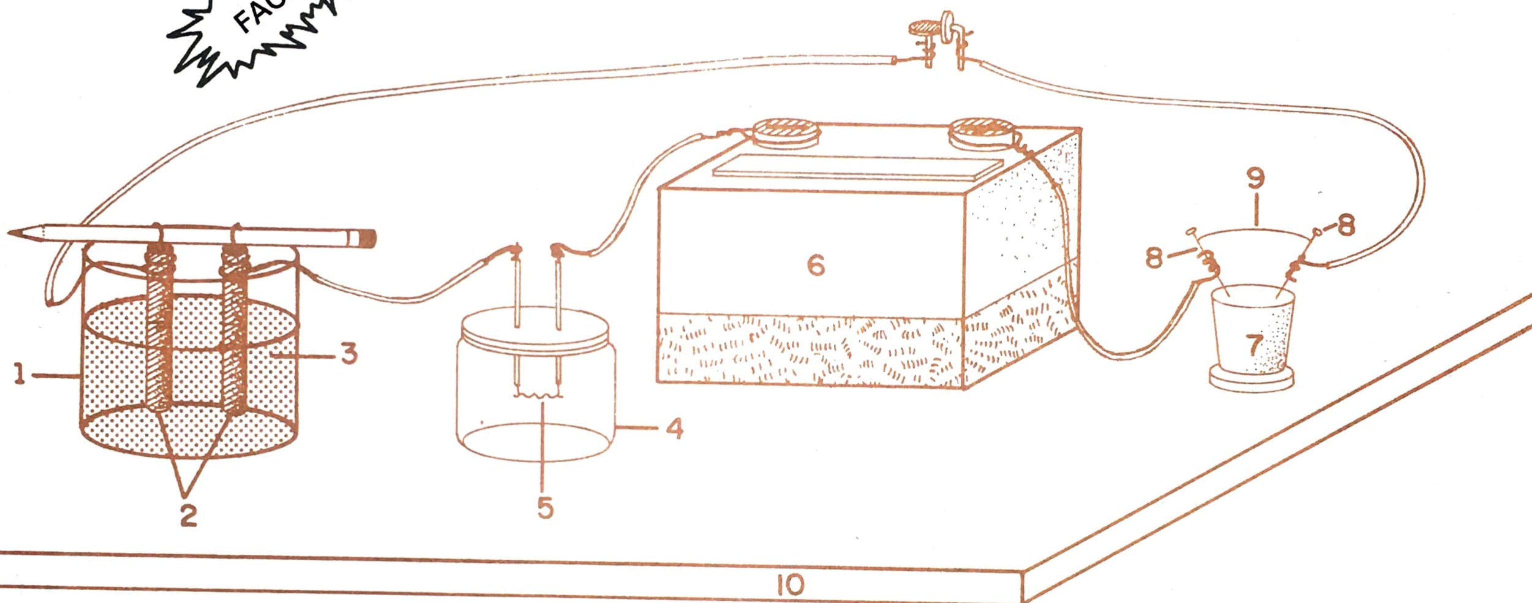
1. Pilas o baterías semigastadas de carro.
2. Alfileres.
3. Tira de estaño (envoltura de tabletas de chocolates).
4. Corcho.
5. Tubo metálico.
6. Cable con alta resistencia eléctrica enrollado sobre un cilindro de madera.
7. Pinza metálica movible para conectar eléctricamente 5 con 6.
8. Clavos para conexiones del reóstato con el resto del circuito.
9. Tablas.
10. Frascos de compota.
11. Interruptores (pares de clavos).
12. Pelo de cable.
13. Interruptor (dos clavos).

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS,

ALTERNATIVA III-4: LIQUIDOS CONDUCTORES

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la conducción eléctrica en los líquidos"



Lista de Materiales:

1. Frasco de vidrio.
2. Cilindros de carbono extraidos de pilas inservibles.
3. Líquido conductor.
4. Frasco de compota.
5. Pelo de cable.
6. Pilas o baterías semigastadas de carro.
7. Corcho.
8. Alfileres.
9. Tira de papel de estaño (como las envolturas de las tabletas de chocolate).
10. Tabla.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA CREATIVA

Un contenido no previsto en las alternativas anteriores pero relacionada con esta Unidad del Programa Oficial.

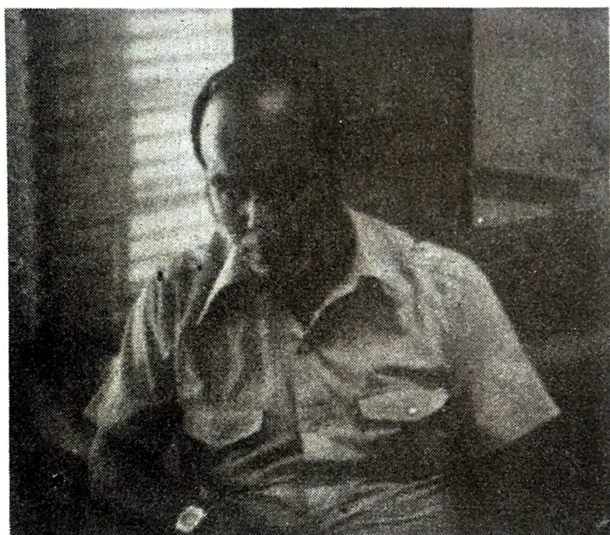
Es probable que quieran satisfacer una curiosidad Física no prevista en las alternativas anteriores; entonces, propónganla e impleméntenla; así estarán demostrando posibles inclinaciones a las carreras científicas.





ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

LOS ESTUDIANTES ENTREVISTAN A UN INGENIERO



Augusto Maristany Smitter

Título: Ingeniero Electricista. Obtenido en la Universidad Central de Venezuela en 1959.
Lugar de nacimiento: Caracas.
Estudios a nivel medio: Liceo Andrés Bello. Caracas.
Cargo actual: Profesor titular en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo.

Estudiantes: ¿Si no conocemos todo el panorama de la Física, cómo saber si nos gusta?

Ingeniero: Todo lo que nos rodea está gobernado por leyes físicas, así que, sea cual fuese nuestra actividad predilecta, el conocimiento de la Física nos ayudará a su mejor comprensión; por tanto, todo aquel que tenga interés en comprender la naturaleza, encontrará en la física un campo de especial interés.

Estudiantes: ¿Tienen usos los conocimientos de la Física que recibimos en Bachillerato para las carreras de nivel superior?

Ingeniero: Evidentemente, sólo con un claro entendimiento de las leyes básicas de la física, podremos acometer la solución a un problema de tipo tecnológico e incluso socio-económico.

Estudiantes: ¿El fracasar en la Física de Bachillerato, es señal de que no servimos para estudiar carreras que están vinculadas a ella?

Ingeniero: No necesariamente; muchas veces hechos totalmente circunstanciales pueden producir resultados negativos, no perdiendo por ello su carácter transitorio.

Estudiantes: ¿Cuáles son las carreras donde la Física es una materia importante?

Ingeniero: En momentos donde se está tomando conciencia de la finitud de los recursos naturales para enfrentar las necesidades de una población en crecimiento explosivo, se hace necesario, sea cual fuere la actividad a desarrollar, un conocimiento de las limitaciones que imponen las leyes de la física.

Estudiantes: ¿Siendo Venezuela un país subdesarrollado, para qué queremos científicos en Física?

Ingeniero: Sólo así podríamos optimizar el manejo de los recursos propios de cada región, producir o adecuar tecnologías de acuerdo a las características propias del país.

Estudiantes: ¿En la industria nacional, tiene cabida un Físico?

Ingeniero: Un físico que pudiésemos llamar "puro" es evidente que, en las actuales circunstancias del país, tendría un campo de acción restringido, aunque no por esto este campo deja de ser amplio y necesario. Es un campo amplio porque un físico lo requiere Sidor, un departamento de mejoras de industrias automotrices, etc. Pero claro, una pequeña industria, ¿qué puede hacer un físico en una pequeña industria? Generalmente sería el campo de las grandes industrias: la petrolera, la química, Sidor, etc. El físico sería como un asesor de alto nivel en aquellas industrias que pretendan innovar o ser originales en su tecnología. El físico es el de las ideas originales para que la industria saque nuevos productos, los ingenieros entonces se encargan de diseñar e implementar esas ideas.

Estudiantes: ¿Es la Física una carrera para mentes excepcionles?

Ingeniero: Resulta claro que el dominio de la física requiere mentes "lúcidas", las cuales muchas veces son "despertadas" con simples motivaciones. Posteriormente estas mentes "lúcidas" pueden evolucionar a mentes excepcionales.

Estudiantes: ¿Cuáles aportes ha dado la mujer al campo de la Física?

Ingeniero: El presente siglo ha demostrado que la mujer, está en forma natural, perfectamente capacitada para el dominio del campo de la física a cualquier nivel. Podríamos poner ejemplos, pero serían tantos que posiblemente no se le haría honra a la mujer. Por ejemplo: Curie y Clarisa Menrel; las dos, premio Nóbel en Física.

UNIDAD 4

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.- De conocimiento específico Al finalizar esta unidad el alumno debe ser capaz de:			Material para experimentos Películas El Pequeño Gigante Fuerza Magnética Bibliografía Imanes. Francis Bitter Eudeba (Colección Ciencia Joven) Aceleradores de partículas R.R. Wilson y R. Liftaver. Eudeba (Colección Ciencia Joven) Resnick y Halliday Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería Artur Beiser: Conceptos de Física. P.S.S.C. Física Stollberg - Hill. Física
4.1. Establecer el concepto de campo magnético	Campo Magnético	4.1.0. Realizar experimentos que pongan de manifiesto la existencia de un campo magnético: campo producido por corrientes, campo producido por imanes. 4.1.1. Comparar los campos magnéticos producidos por imanes y por corrientes.	
4.2. Realizar el experimento de Oersted	Experimento de Oersted	4.2.0. Realizar el experimento de Oersted.	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
4.3. Analizar el experimento de Oersted.		4.3.0. Aplicar el principio de acción y reacción para analizar el experimento de Oersted.	Fundamentos y Fronteras Holton - Rotter. Fundamentos de la Física Moderna Maiztegui - Sabato- Física Revistas: Tecnirama The Physics Teacher Scientific American Láminas y transparencias Elaboración de cartelera ilustrativa.
4.4. Establecer la ecuación de la fuerza ejercida por un campo magnético sobre cargas en movimiento	Ecuación de la fuerza ejercida por un campo magnético sobre cargas en movimiento	4.4.0. Realizar experimentos que permitan estudiar interacción entre campo magnético y cargas eléctricas en movimiento 4.4.1. Discutir los experimentos realizados en la actividad 4.4.0 para establecer la ecuación de la fuerza ejercida por un campo magnético sobre cargas en movimiento $\vec{F} = \frac{q}{c} \vec{V} \times \vec{B}$ $\vec{F}$ = Fuerza q = Carga eléctrica c = Velocidad de la luz en el	

PROGRAMA OFICIAL

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
		vació $\vec{B}$ = Intensidad de campo magnético $\vec{V}$ = Velocidad de la partícula	
4.5. Aplicar la ecuación de la fuerza obtenida en 4.4. a los sistemas físicos siguientes: instrumentos de medición, tubo de rayos catódicos, aceleradores de partículas.		4.5.0 Investigar el funcionamiento de los instrumentos de mediciones eléctricas de un imán móvil y cuadro fijo. 4.5.1 Discutir el principio del motor	
4.6. Establecer la ecuación del campo magnético creado por una corriente rectilínea.	Ecuación del campo magnético creado por una corriente rectilínea.	4.6.0. Establecer la ecuación del campo magnético creado por una corriente rectilínea $B = \frac{2I}{cr}$ B = Modulo de la intensidad de campo magnético	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
		I = Intensidad de la corriente c = Velocidad de la luz en el vacío r = Distancia del conductor al punto.	
4.7. Establecer el concepto de circulación de campo magnético.	Circulación de campo magnético.	4.7.0. Establecer el concepto de circulación de campo magnético.	
4.8. Aplicar el concepto de circulación en la determinación de campo magnético producido por un solenoide.	Solenoide	4.8.0. Realizar experimentos para determinar los factores que influyen sobre el campo magnético producido por un solenoide. 4.8.1. Establecer la ecuación del campo magnético producido por un solenoide, aplicando el con-	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
		cepto de circulación: $B = \frac{4\pi I}{c} n$ n = número de espiras por unidad de longitud.	
2.- De conocimiento de los procesos de la ciencia. Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en relación con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son: 2.2. La descripción 2.3. La interpretación de datos 2.4. La formulación de hipótesis 2.5. La formulación de leyes	En conexión con 1	Discusiones, Lecturas. Seminarios. Proyecciones	

O B J E T I V O S	C O N T E N I D O S	A C T I V I D A D E S	R E C U R S O S
3.- De apreciaciones, valores, aptitudes e intereses: Al terminar esta unidad los alumnos deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de: 3.1. Llevar a cabo observaciones 3.2. Hacer descripciones 3.3. Interpretar datos 3.4. Construcción e interpretación de gráficos. 3.5. Desarrollar interes por el estudio individual y por la lectura sobre áreas afines a la unidad estudiada.	En conexión con 1	En conexión con las actividades de 1	

RESUMEN DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD IV

Imanes:

—Atraen cuerpos que poseen hierro.
—Tienen dos zonas fuertemente atractivas al hierro denominadas polos magnéticos.
—Tienen un polo magnético de naturaleza atractiva opuesto al otro. Uno se denomina polo N y el otro polo S.
—Dos polos de las mismas naturalezas se repelen y los de naturalezas contrarias se atraen.
—Sus dos polos magnéticos son inseparables.
—Pueden ser naturales o artificiales.

Campo magnético:

—Es el espacio que rodea a un imán o a una corriente eléctrica.
—Se pone de manifiesto a través de limaduras de hierro y la figura que éstas presentan se denomina **espectro magnético.**
—Se representa simbólicamente a través de líneas de fuerza.
—Se mide a través de un vector denominado Inducción del campo magnético.

Líneas de fuerza del campo magnético:

—Simbolizan el campo magnético.
—Son líneas flechadas que se caracterizan por ser tangenciales al vector inducción magnética en cada uno de sus puntos.
—Son líneas cerradas que salen del polo N y van al polo S.
—Son círculos concéntricos alrededor de un conductor rectilíneo, contenidos en planos perpendiculares al conductor. El sentido de las líneas de fuerza es dado aplicando la regla del pulgar de la mano izquierda.
—Su densidad (número de líneas por unidad de superficie o de volumen) representa qué tan fuerte o débil es el campo magnético en la superficie o volumen considerado.

Fuerza desviadora:

—Es la fuerza que actúa sobre una corriente eléctrica sumergida en un campo magnético exterior al propio y la hace desviar.
—Su efecto de movimiento sobre el cable se le llama **efecto motor** por no ser éste el fundamento físico de todo motor eléctrico.
—Su medida es $F = K.I.B.L.$
—Su dirección es siempre perpendicular al plano formado por el conductor donde circula I y al vector B.
—Su sentido: es dado según la regla de los tres dedos de la mano izquierda.

Inducción Magnética:

—Es una magnitud vectorial cuya medida representa el valor del campo magnético en un punto y viene dada por la fórmula:

$$B = F/I.L.$$

Su dirección es tangencial a las líneas de fuerza magnética en cada uno de sus puntos. Su sentido va del polo N al S; o, si es generada por la corriente eléctrica, entonces viene dado según la regla del pulgar de la mano izquierda.
—Su medida en el S.I.U. se expresa en Teslas.

Tesla:

—Es la unidad del S.I. la cual precedida por un número representa la medida de la inducción magnética.
—Se define como: aquel campo magnético que ejerce la fuerza de 1 N sobre un conductor de 1 m por donde circula una corriente de 1 A perpendicular a la inducción magnética.

Voltímetro:

—Es el instrumento de medida de la diferencia de potencial eléctrico.
—Debe conectarse en paralelo a la resistencia de la cual se quiere medir su diferencia de potencial.
—Su aguja o indicador gira por el efecto motor.
—Posee una resistencia eléctrica interna muy grande con respecto a las usuales.

Amperímetro:

—Debe conectarse en serie a la resistencia de la cual se quiere medir su intensidad de corriente.
—Posee una resistencia eléctrica interna muy pequeña con respecto a las usuales.
—Su aguja o indicador gira por el efecto motor.

Galvanómetro:

—Es un instrumento para medir corrientes eléctricas débiles o para revelar la existencia de las mismas.

Motor eléctrico a corriente continua:

—Físicamente se fundamenta en el efecto motor.
—Transforma energía eléctrica en energía mecánica.

—Está constituido principalmente por: imanes permanentes, espiras enrolladas por donde circulan corriente eléctrica y colocadas de tal manera que puedan giran alrededor de un eje, los conmutadores o par de semianillos conductores los cuales permiten el giro de 360°, la escobilla que comunica eléctricamente el embobinado con el generador de corriente, sin impedir su movimiento rotatorio, y el generador de corriente continua el cual le confiere la energía necesaria para producir el efecto de rotación.

Inducción magnética:

La relación $\bar{F} = q.\bar{v} \wedge \bar{B}$

—Indica que una carga eléctrica q viajando a la velocidad $\bar{v}$ dentro de un campo magnético $\bar{B}$ es desviada según la fuerza $\bar{F}$.

—Representa la definición del vector inducción magnética $\bar{B}$.

—Es un producto vectorial.

—También puede expresarse como:

$$F = q.v.B.\ sen\alpha$$

La dirección de $\bar{F}$ es perpendicular al plano formado por los vectores $\bar{v}$ y $\bar{B}$. El sentido de $\bar{F}$ es dado por la regla de los tres dedos de la mano izquierda.

Ciclotrón:

—Es un acelerador de partículas electrizadas.

—Acelera partículas gracias a la interacción entre campos eléctricos y campos magnéticos.

Tubo de rayos catódicos:

—Es un tubo constituido por un cañón de electrones, por placas que generan campo eléctrico o campo magnético con la finalidad de desviar los electrones disparados por el "cañón", por una pantalla fluorescente donde chocan los electrones y producen un efecto luminoso.

—Es utilizado en los aparatos de T.V. y osciloscopios.

Corriente rectilínea:

—Para un punto exterior al de un conductor recto decimos que éste es una corriente rectilínea cuando: la distancia entre dicho punto y el conductor es muy pequeña (insignificante) con respecto a las distancias existentes entre el punto y los extremos del conductor; y, además, por dicho conductor circula una corriente eléctrica.

—Su espectro magnético manifiesta que sus líneas de fuerza son círculos concéntricos al conductor en planos perpendiculares al mismo.

—La medida de B es:
$B = K.I/r$ donde $K = 2{,}0 \times 10^{-7}\ N/A^2$ en el S.I.U.

—El sentido de las líneas de fuerza se determina aplicando la regla del pulgar de la mano izquierda.

Circulación de B:

—Es un teorema en cuanto se deduce matemáticamente de una ley, en este caso de la ley: $B = K.I/r$.

—También recibe el nombre de: teorema de la circulación de los campos magnéticos.

—Su expresión matemática:

$$L.B = 2\pi K\ (I_1 + I_2 + \ldots + I_n)$$

Solenoide:

—Es una bobina de forma cilíndrica cuyas espiras, además de estar enrolladas de una manera uniforme una al lado de la otra, tienen un radio muy pequeño con respecto a la longitud de todo el enrollado o bobina.

—Es muy útil desde el punto de vista de su aplicación por generar en su interior un campo magnético uniforme cuando por él circula corriente.

—El campo magnético en su interior se halla por la fórmula:

$$B = 2\pi KNI$$

donde $K = 2{,}0 \times 10^{-7}\ N/A^2$ en el S.I.U.

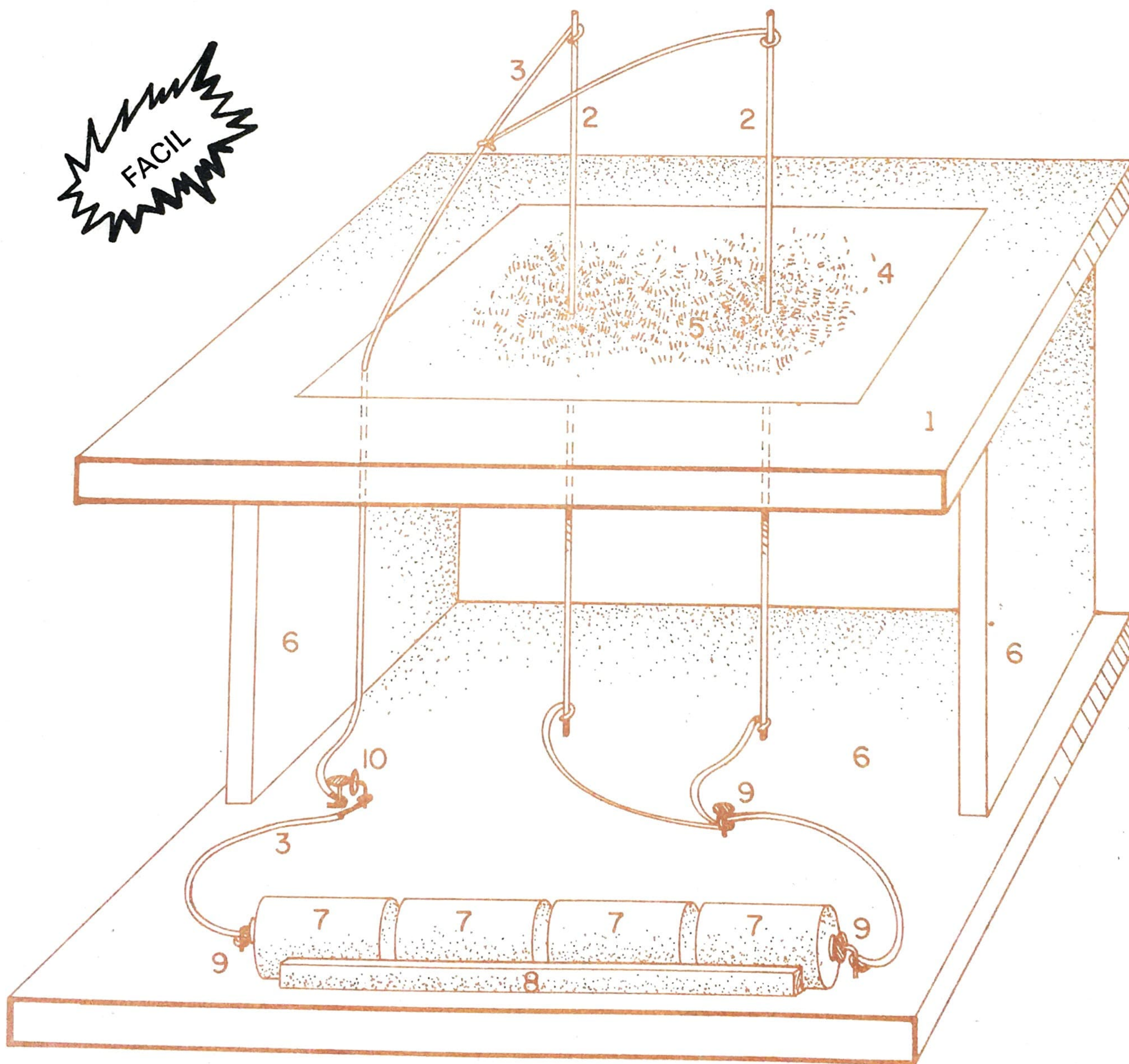
Amper:

—Aquella intensidad de corriente invariable que al recorrer cada uno de dos alambres rectos paralelos de longitud infinita separados entre sí por la distancia de 1 m y de sección circular infinitamente pequeña determina el que los dos alambres se atraigan con una fuerza de $2{,}0 . 10^{-7}$ newton por cada metro de los alambres.

ALTERNATIVA IV-I: CORRIENTES PARALELAS

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la formación del espectro magnético entre corrientes paralelas".



Lista de Materiales:

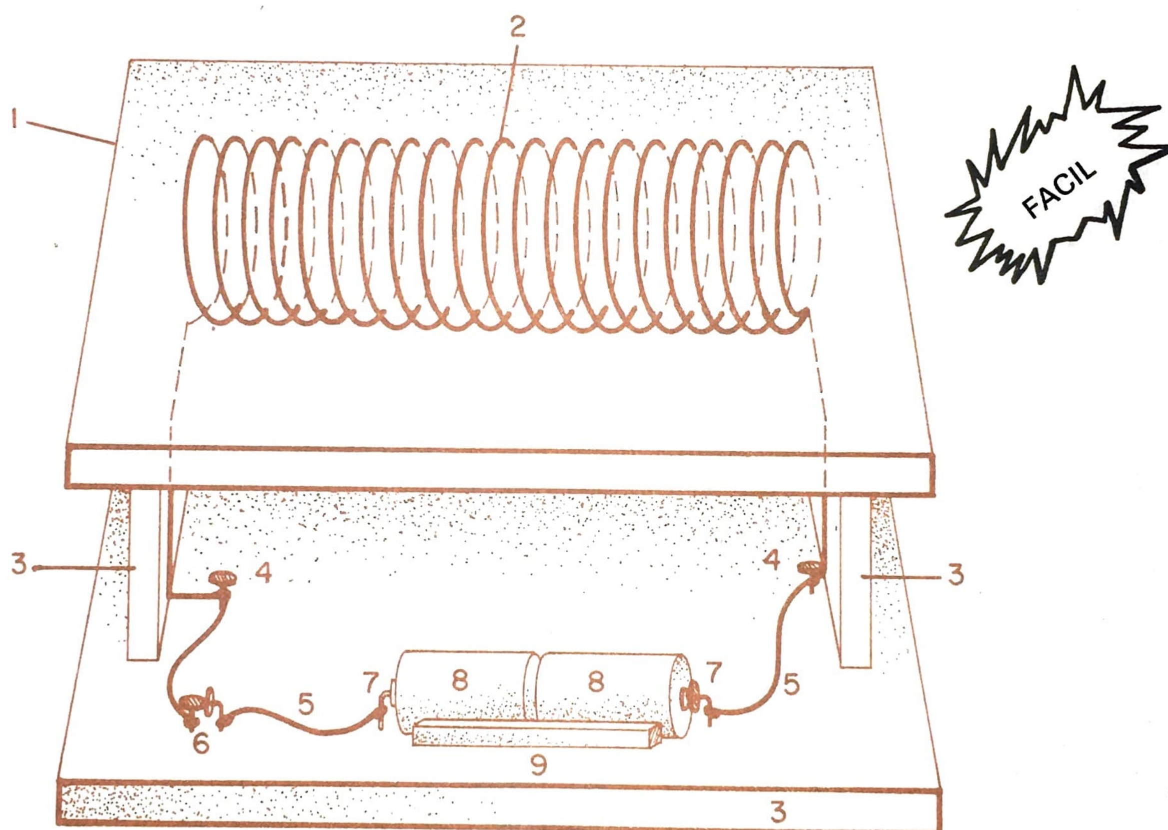
1. Cartón piedra.
2. Cables gruesos.
3. Cables.
4. Hoja de papel blanco.
5. Limadura de hierro.
6. Tablas.
7. Pilas o batería semigastadas de carro.
8. Listoncitos de madera.
9. Clavos.
10. Interruptor (dos clavos).

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA IV-2: SOLENOIDE

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Las características de las líneas de fuerza magnética generadas por un solenoide"



Lista de materiales:

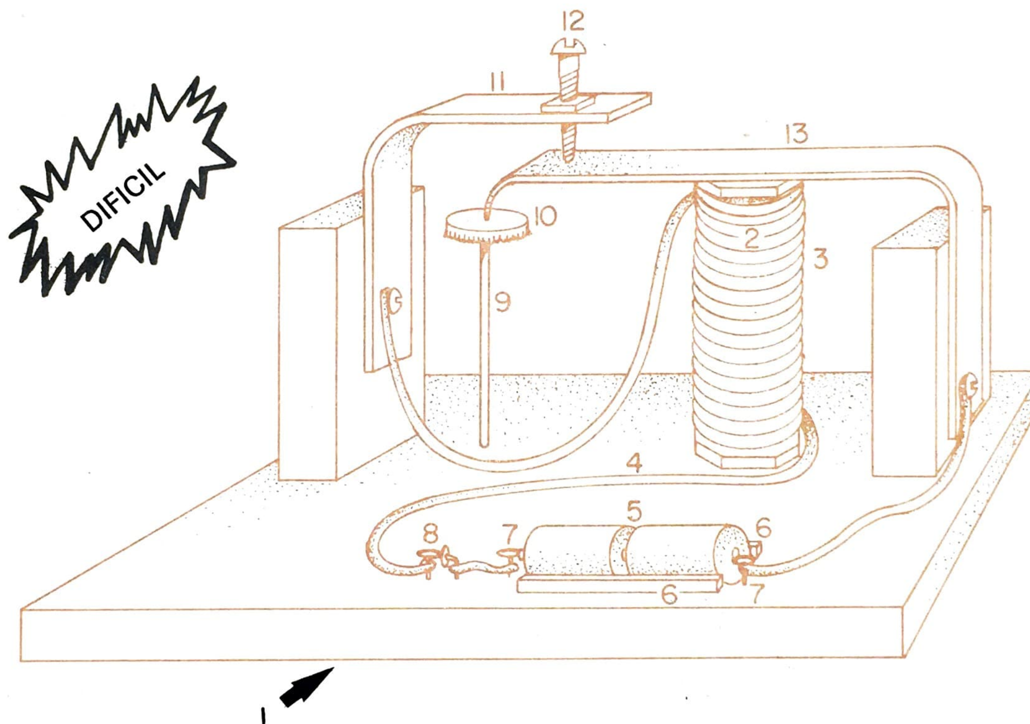
1. Cartón piedra.
2. Cable enrollado.
3. Tablas.
4. Clavos.
5. Cable.
6. Interruptor (dos clavos).
7. Clavos.
8. Pilas o baterías semigastadas de carro.
9. Listoncitos de madera.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA IV-3: TIMBRE ELECTRICO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores electromagnéticos de los cuales depende el funcionamiento de un timbre eléctrico a corriente continua"



Lista de Materiales:

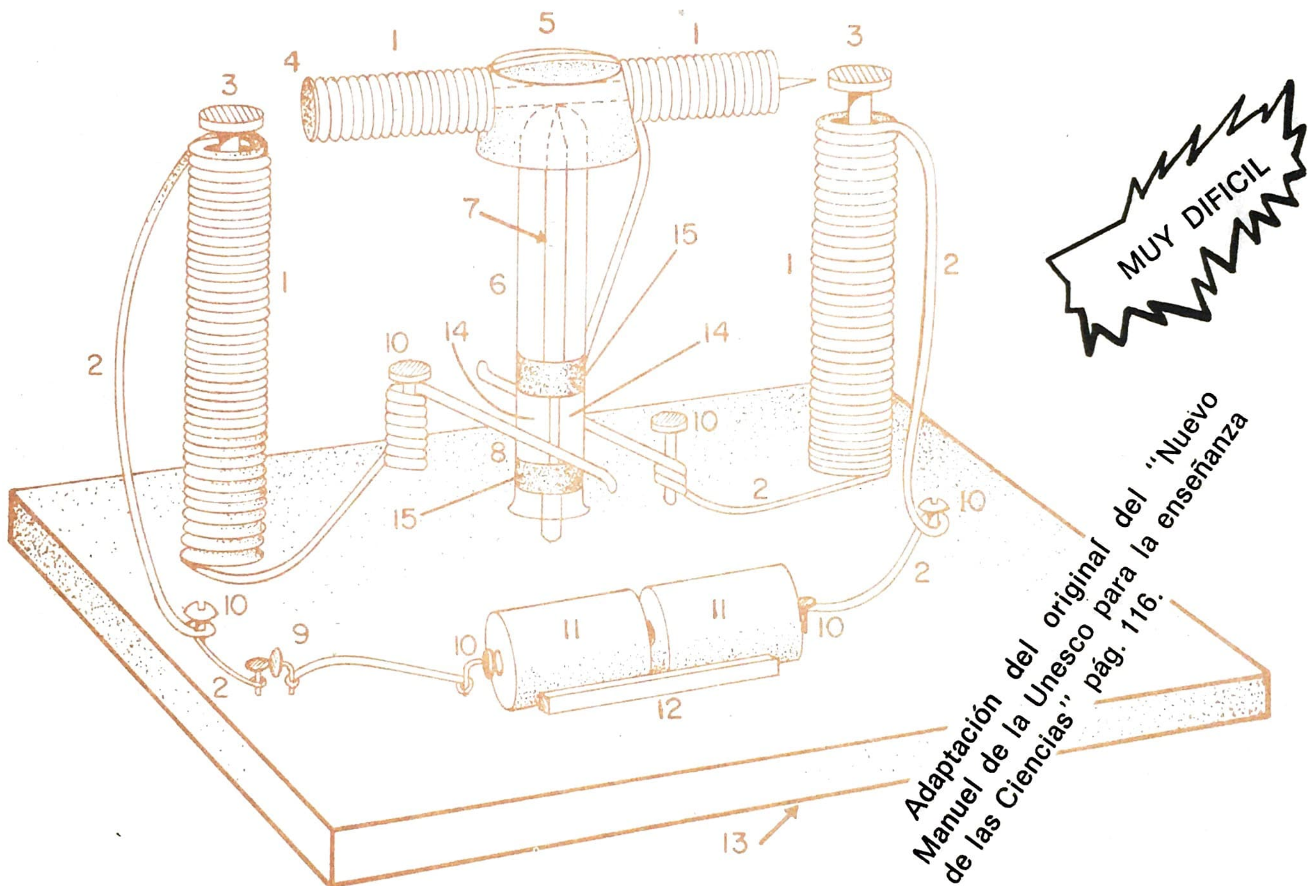
1. Tablas.
2. Clavo grueso clavado en la tabla.
3. Cable enrollado con muchas vueltas.
4. Cables.
5. Pilas o batería semigastada de carro.
6. Listoncitos de madera.
7. Clavos.
8. Interruptor (dos clavos).
9. Clavo que atraviesa la tabla.
10. Chapa de refresco.
11. Lámina gruesa de latón.
12. Tornillo con su tuerca.
13. Lámina flexible y metálica.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA IV-4: MOTOR ELECTRICO

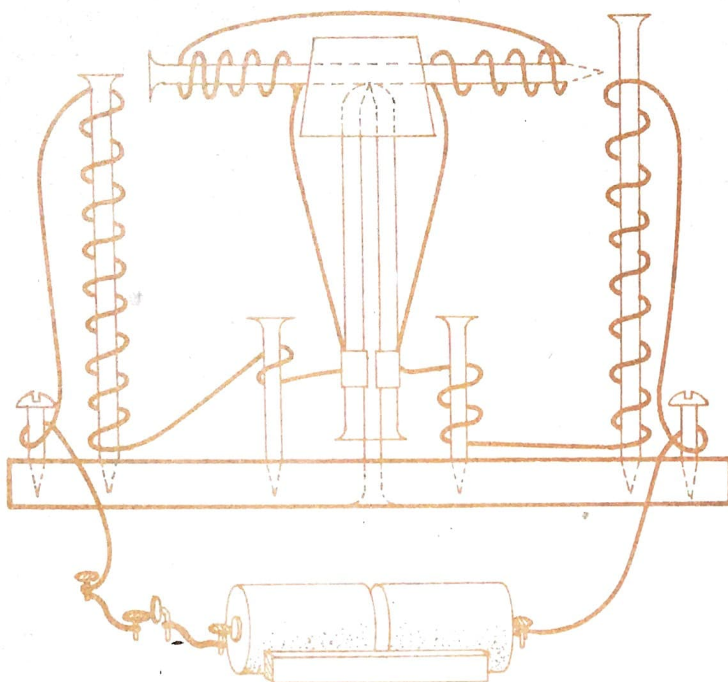
Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Los factores electromagnéticos de los cuales depende el funcionamiento de un motor eléctrico a corriente continua"

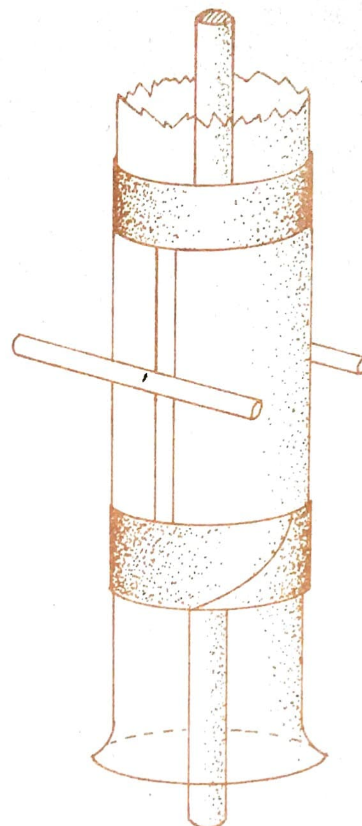


Lista de materiales:

1. Cable enrollado con muchas vueltas según las flechas indicadas en el croquis adjunto.
2. Cables.
3. Clavos gruesos y largos clavados en la tabla.
4. Clavo grueso y largo.
5. Corcho atravesado horizontalmente por un clavo y con un orificio en su parte más ancha y central como indica el croquis adjunto.
6. Tubo de ensayo de desecho.
7. Clavo grueso que atraviesa la base de la tabla.
8. Cable desnudo de su aislante.
9. Interruptor (dos clavos).
10. Clavos.
11. Pilas o batería semigastadas de carro.
12. Listoncitos de madera.
13. Tabla.
14. Láminas de latón.
15. Adhesivos para pegar al tubo de ensayo las láminas de latón.



Croquis para mostrar el sentido de enrollamiento del cable.



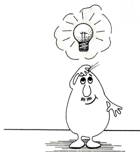
Cómo deben adherirse las láminas de latón (14) al tubo de ensayo.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA CREATIVA

Un contenido no previsto en las alternativas anteriores pero relacionada con esta Unidad del Programa Oficial.

Es probable que quieran satisfacer una curiosidad Física no prevista en las alternativas anteriores; entonces, propónganla e impleméntenla; así estarán demostrando posibles inclinaciones a las carreras científicas.



ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

UNIDAD V

ELECTROMAGNETISMO

UNIDAD 5

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
1.- De conocimiento específico Al finalizar esta unidad el alumno debe ser capaz de:			Material para experimentos Películas: Las Ondas de radio Bibliografía: J. Battan. El radar explora la atmósfera. Eudeba. Colección Ciencia Joven D.K.C. Mac Donald. Faraday, Maxwell y Kelvin. Eudeba Colección Ciencia Joven. P.S.S.C. Física Stollberg Hill. Física. Fundamentos y Fronteras. Rotter. Fundamentos de la Física Moderna Maiztegui - Sabato - Física
5.1. Establecer que flujos magnéticos variables producen campos eléctricos.	Producción de campos alrededor de flujos magnéticos variables.	5.1.0. Realizar experimentos que pongan de manifiesto la producción de campos eléctricos debido a un cambio de flujo magnético.	
5.2. Establecer que cambios de flujo eléctrico producen campo magnético.	Producción de campo magnético por cambio de flujo eléctrico.	5.2.0. Realizar experimentos que pongan de manifiesto la producción de campo magnético por cambio de flujo eléctrico	
5.3. Analizar la transformación de la energía mecánica en eléctrica para la producción	Corriente y fuerza electromotriz.	5.3.0. Presentar situaciones físicas que permitan analizar la transformación de la energía mecá-	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
de una fuerza electromotriz		nica en eléctrica: generador cristales piezoeléctricos.	Proyecto Nuffield Guía de Experimentos. Resnick y Halliday Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería. Arthur Beiser Conceptos de Física Moderna. Revistas: Tecnirama The Physics Teacher Scientific American Elaboración de cartelera ilustrativa. Láminas y transferencias.
5.4. Determinar los factores de los cuales depende la fuerza electromotriz	Factores de los cuales depende la fuerza electromotriz.	5.4.0. Realizar experimentos con bobinas, galvanómetros, imanes y baterías que permitan determinar los factores de los cuales depende la fuerza electromotriz. 5.4.1. Utilizar la regla de Lenz para determinar el sentido de la fuerza electromotriz	
5.5. Establecer la dependencia temporal I = I (t) para una corriente inducida por un alternador.	Corriente alterna	5.5.0. Realizar experimentos que permitan analizar la dependencia temporal para una corriente inducida por un alternador.	

PROGRAMA OFICIAL

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
5.6. Establecer la dependencia temporal V = V (t) para una fuerza electromotriz producida por un alternador.		5.6.0. Realizar experimentos que permitan analizar la dependencia temporal para una fuerza electromotriz producida por un alternador. 5.6.1. Utilizar el osciloscopio para observar la forma V = V (t)	
5.7. Determinar la diferencia de fase entre la corriente y la fem alterna		5.7.0. Analizar situaciones físicas que permitan determinar la diferencia de fase entre la corriente y la fem alterna.	
5.8. Utilizar el modelo de oscilador armónico simple en el análisis de un circuito L C	Circuitos eléctricos	5.8.0. Construir el modelo de oscilador armónico para un sistema masa-resorte. 5.8.1. Establecer analogías entre el	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
		sistema masa-resorte, péndulo y circuito L C.	
		5.8.2. Analizar el comportamiento del circuito L C.	
5.9. Analizar la variación de energía en los distintos componentes de un circuito -- R L C.		5.9.0. Analizar la variación de energía de los distintos componentes de un circuito R L C.	
5.10. Utilizar el modelo vecto -- rial en el análisis de circuitos R L C.		5.10.0. Analizar circuitos R L C utilizando el modelo vectorial.	
5.11. Establecer la producción de las ondas electromagnéticas.	Ondas electromagnéticas Espectro electromagnético. Rayos X y Rayos γ	5.11.0. Analizar experimentos de -- mostrativos sobre la producción de ondas electromagnéticas.	

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
5.12. Reconocer las diferentes secciones del espectro electromagnético.		5.12.0. Analizar el espectro electromagnético y obtener información sobre la producción de rayos X y rayos γ 5.12.1. Establecer la velocidad de propagación de las ondas -- electromagnéticas.	
5.13. Establecer las propiedades de las ondas electromagnéticas.		5.13.0. Reflexión, refracción, dispersión, difracción, interferencia y polarización de las ondas electromagnéticas.	
2.- De conocimiento de los procesos de la ciencia. Al finalizar el estudio de esta unidad, los alumnos deberán demostrar que en rela -			

OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
ción con los procesos de la ciencia han adquirido conocimiento y entendimiento de lo que son: 2.2. La descripción 2.3. La interpretación de datos 2.4. La formulación de hipótesis 2.5. La formulación de leyes	En conexión con 1	Discusiones, Lecturas, Seminarios, Proyecciones.	
3. De apreciaciones, valores, aptitudes e intereses: Al terminar esta unidad los alumnos deberán ser capaces de demostrar que en cierta medida han adquirido conciencia de la importancia, conveniencia y necesidad de:			

Flujo de inducción magnética:

—Nos informa cuantitativamente sobre la cantidad total de líneas de fuerza magnética que atraviesa una área determinada.

—Se define como el producto de la inducción magnética por el área perpendicular al campo: $\Phi(B) = B.A$

—En el S.I.U se mide en Weberios.

Weberio:

—Precedido por un número, representa una medida del flujo de inducción magnética en el S.I.U.

—Se define como: "la unidad de flujo de inducción magnética es de de 1 weberio cuando el área de 1 m^2 es atravesada perpendicularmente por 1 Tesla de inducción magnética". Es decir: $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T}. 1 \text{ m}^2$.

Fuerza electromotriz inducida (f_i):

—Se genera en los extremos de una espira (bobina) o conductor, siempre que éstos corten líneas de fuerza magnética o se produzca a través de ellos una variación de flujo de inducción magnética.

—Se mide aplicando la fórmula:

$$f_i = \Delta\Phi\,(B).n/\Delta t$$

en el caso de que el inducido sea espira o bobina, y se aplica $f_i = L.v.B \text{ sen } \alpha$ en el caso que el inducido sea simplemente un conductor. Se demuestra matemáticamente que esta segunda fórmula se deduce de la primera fórmula.

—Es la causante de una corriente eléctrica llamada corriente inducida.

—Su sentido es determinado según la ley de Lenz.

Ley de Lenz:

—Determina el sentido de la f.e.m.i. y, en consecuencia, el sentido de la corriente inducida.

—Se desprende del principio de conservación de la energía.

—Su enunciado: "el sentido de la corriente inducida es tal, que sus líneas de fuerza, tienden a oponerse a la variación (aumento o disminución del flujo inductor".

—Una vez determinadas las polaridades del inducido, el sentido de la corriente inducida se halla aplicando la regla del pulgar de la mano izquierda.

Efecto generador:

—Es el efecto por el cual una energía mecánica se transforma en energía eléctrica.

—Es el fundamento físico de todo generador eléctrico (no químico como las baterías) como lo son dinamos y alternadores.

—Para producirla es indispensable contar con: un campo magnético, una bobina o conductor eléctrico y, una fuente de energía: hidráulica, térmica, etc.

—Desde el punto de vista macrofísico este efecto es el opuesto al efecto motor: éste transforma energía eléctrica en mecánica.

Corriente alterna:

—Los electrones tienen un movimiento de va y ven cumpliendo con las características matemáticas del movimiento armónico simple:

$$I = I_{max}.\text{sen } \alpha; \quad V = V_{max}.\text{sen } \alpha.$$

—Se explica físicamente teniendo presente el efecto generador.

Valores efectivos:

—Se definen debido a las características variantes de la corriente alterna.

—Intensidad efectiva:

—Es el valor de una corriente alterna equivalente al efecto calórico que genera una corriente continua sobre una misma resistencia eléctrica.

—Se mide con un amperímetro fabricado especialmente para las corrientes alternas.

—Matemáticamente se obtiene aplicando la fórmula: $I_{ef} = 0{,}707.I_{max}$.

—Voltaje efectivo: Es el valor de una diferencia de potencial equivalente al efecto calórico que genera una diferencia de potencial continua sobre una misma resistencia eléctrica: $V_{ef} = 0{,}707.V_{max}$.

—Se mide con un voltímetro fabricado especialmente para las corrientes alternas.

Ley de Ohm en la corriente alterna:

$$R = \frac{V_{(instantaneo)}}{I_{(instantaneo)}} \quad R = \frac{V_{max.}}{I_{max.}} \quad R = \frac{V_{ef.}}{I_{ef.}}$$

Inductor:

—Es todo conductor eléctrico especialmente cuando se doble o enrolla sobre sí mismo formando una bobina o un solenoide.

—Cuando por él circula una corriente I, cumple con la relación: $\Phi(B) = L.I$, siendo L una constante denominada inductancia.

Inductancia L:

—Es un factor constante para cada inductor y depende de la forma geométrica del inductor y de la naturaleza físico-química del material que contiene el inductor.

—Se mide en el S.I.U. en Henry.

Henry:

—Es la inductancia de un inductor cuando la intensidad de corriente que atraviesa por él es de 1 A y genera un flujo de inducción de 1 Wb.

Reactancia inductiva:

—Es la resistencia que ofrece un inductor a la variación natural de la corriente alterna aplicada en sus extremos.

—Se mide según la fórmula: $X_L = 2\Pi fL$.

—Su medida se expresa en el S.I.U. en Ohm.

Circuito puramente resistivo:

—Es un circuito ideal porque se considera solamente la resistencia eléctrica.

—Se caracteriza porque la intensidad de corriente que circula por él está en fase con respecto a la diferencia de potencial.

Circuito puramente inductivo:

—Es un circuito ideal porque se considera solamente su inductancia.

—Se caracteriza porque la intensidad de corriente que circula por él es atrasada en 90° con respecto a la diferencia de potencial.

—Es válida la ley de Ohm:

$$X_L = \frac{V}{I}$$

Reactancia capacitiva:

—Es la resistencia que ofrece un condensador a la variación natural de la corriente alterna aplicada entre sus placas.

—Se mide según la fórmula:

$$X_C = \frac{1}{2\Pi fC}$$

—Su medida se expresa en el S.I.U. de Ohm.

Circuito puramente capacitivo:

—Es un circuito ideal porque se considera solamente su capacidad eléctrica.

—Se caracteriza porque la intensidad de corriente que circula por él se adelanta de 90° con respecto a la diferencia de potencial.

—Es válida la ley de Ohm:

$$X_C = \frac{V}{I}$$

Circuito oscilante:

—Es un circuito ideal porque se considera solamente su capacidad e inductancia.

—Se caracteriza porque la corriente eléctrica oscila con movimiento armónico simple como lo hace un sistema masa-resorte. Esta analogía permite expresar las siguientes relaciones:

$$I = I_{max}.\cos(wt) \qquad T = 2\Pi\sqrt{LC}$$

$$E_{mag.} = 1/2.L.I^2 \qquad E_{el.} = 1/2.Q^2/C$$

$$E_{el.} + E_{mag.} = \text{constante}$$

Circuito RLC:

—Es un circuito real porque se consideran todas las magnitudes físicas como de hecho interviene en cualquier circuito eléctrico:

—Se caracteriza porque necesariamente va gastando energía en su funcionamiento de tal manera que es indispensable alimentarlo constantemente con un generador eléctrico.

—Su resistecia total recibe el nombre de impedancia dada por:

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

—Es válida la ley de Ohm:

$$Z = \frac{V}{I}$$

Las ondas electromagnéticas :

—Un circuito oscilante (circuito CL) abierto genera energía electromagnética que, alejándose del centro generador (por ejemplo de una antena), se propaga en el espacio con las características propias de una onda (onda electromagnética).

—Su velocidad de propagación es de 300.000 km./seg.

—No sólo los circuitos oscilantes están en condiciones de generarlas, sino también por un sistema de cargas en movimientos acelerados.

—Como ondas transversales que son, se: reflejan, refractan, dispersan, interfieren y polarizan.

El espectro electromagnético:

—Está constituido por tantas diversidades de ondas como frecuencia se pueden suponer, luego son infinitas.

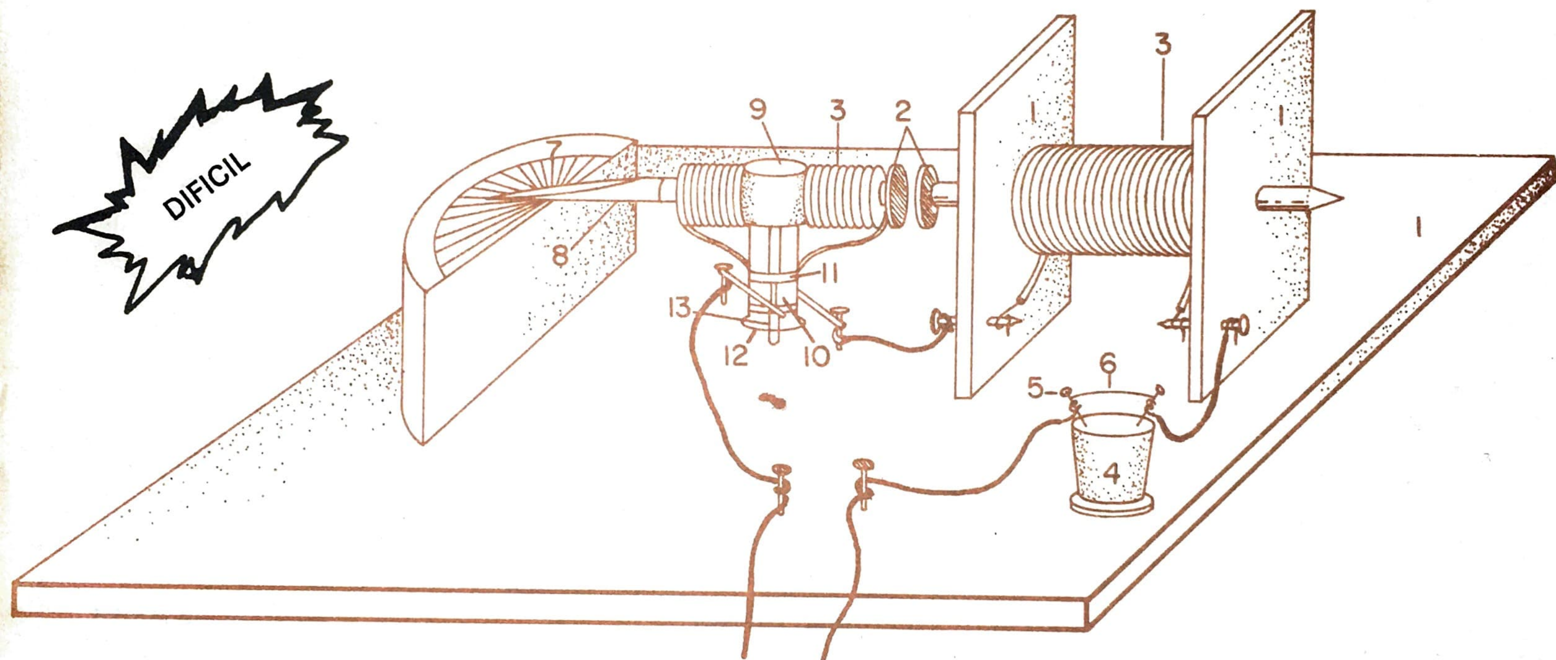
—Las más importantes, debido a sus aplicaciones e implicaciones físicas son: las de radio, las microondas, las infrarrojas, las visibles, las ultravioletas y los rayos gama. Una se diferencia de las otras sólo por su frecuencia y en consecuencia por sus efectos.

ALTERNATIVA V-I: GALVANOMETRO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores electromagnéticos de los cuales depende el funcionamiento de un Galvanómetro".





Lista de Materiales:

1. Tablas.
2. Clavos gruesos y largos.
3. Cable de bobina.
4. Corcho.
5. Alfileres.
6. Tira de papel de estaño (como las envolturas de las tabletas de chocolate).
7. Escala.
8. Pitillo.
9. Corcho.
10. Láminas de latón (ver alternativa IV-4).
11. Adhesivos para pegar al tubo de ensayo las láminas de latón.
12. Tubo de ensayo.
13. Clavo.

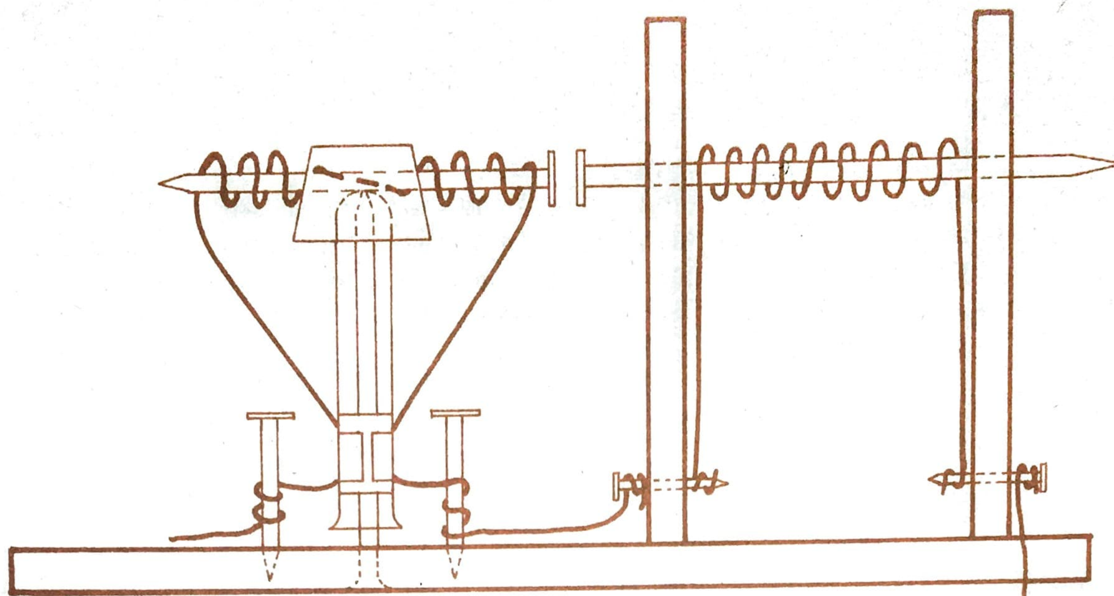


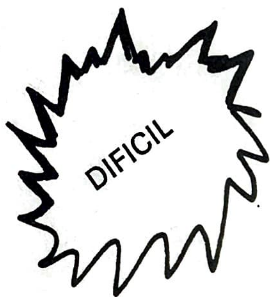
Diagrama de enrollado de cables.

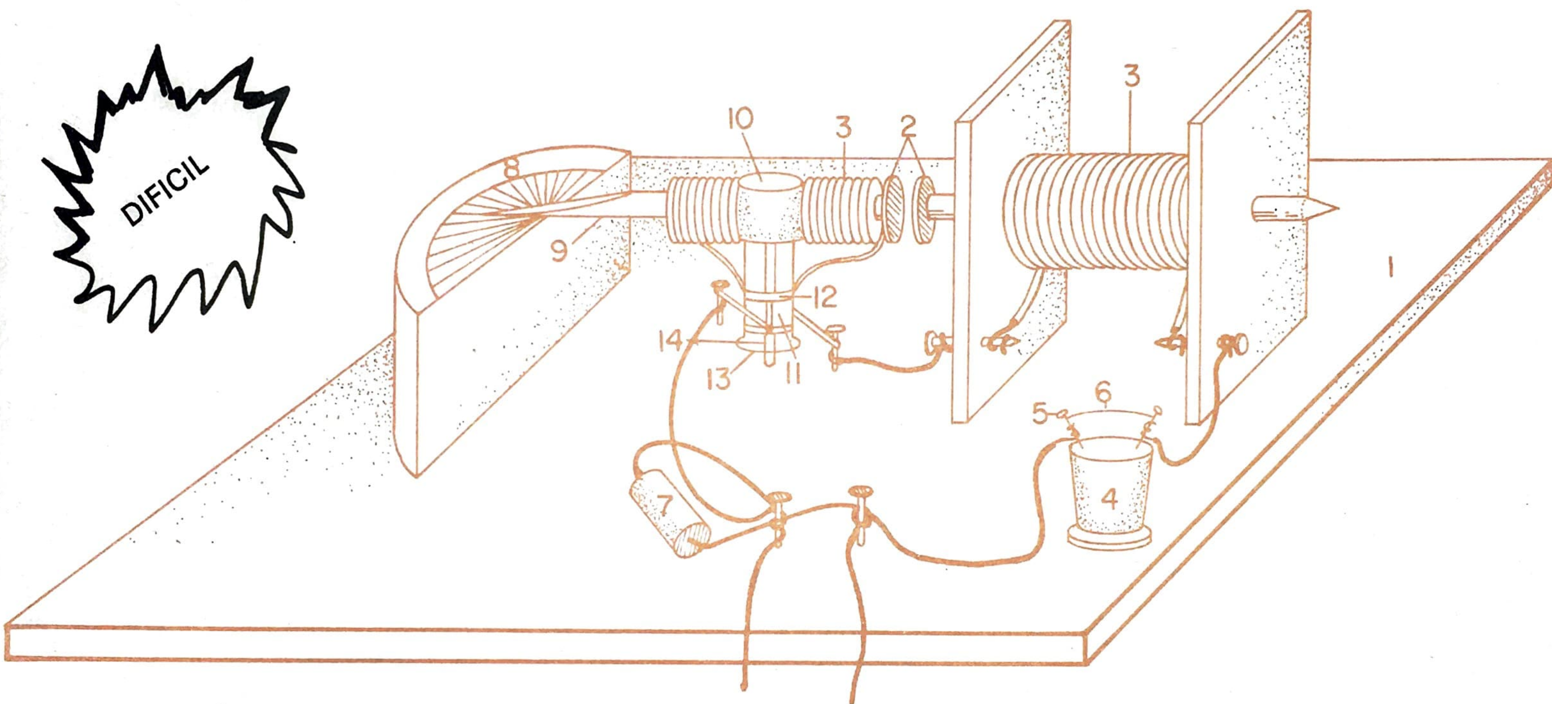
ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA V-2: AMPERIMETRO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores electromagnéticos de los cuales depende el funcionamiento de un amperímetro"





Lista de Materiales:

1. Tablas.
2. Clavos gruesos y largos.
3. Cable de bobina.
4. Corcho.
5. Alfileres.
6. Tira de papel de estabo (como las envolturas de las tabletas de chocolate).
7. Resistencia eléctrica.
8. Escala.
9. Pitillo.
10. Corcho.
11. Lámina de latón.
12. Adhesidos para pegar al tubo de ensayo las láminas de latón.
13. Tubo de ensayo que penetra el corcho (ver el croquis de alternativa IV-4).

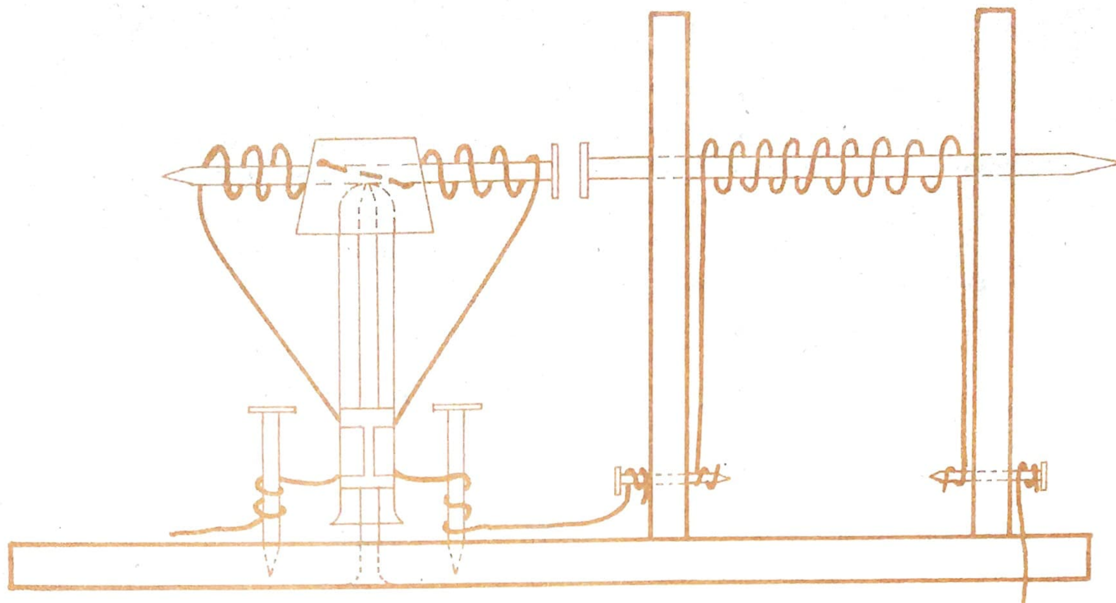


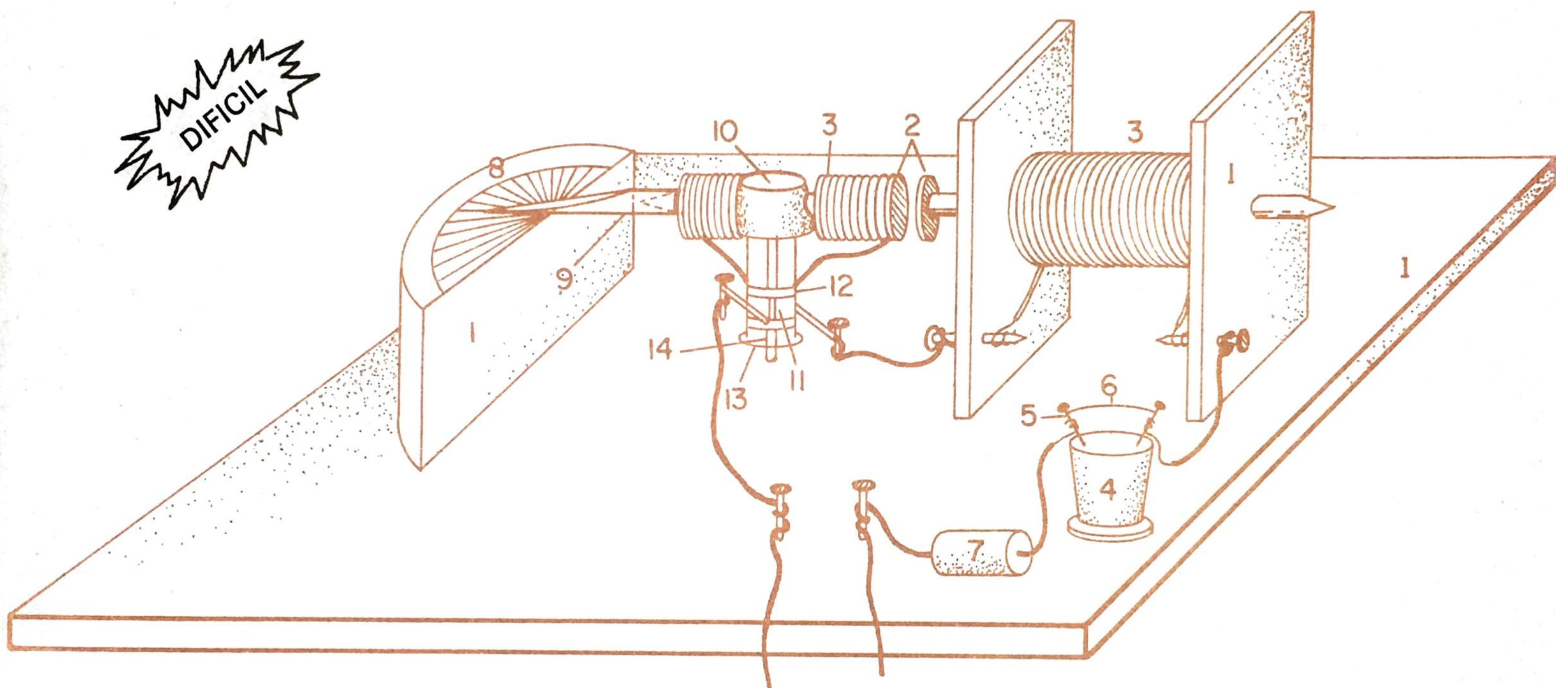
Diagrama de enrollado de cables.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA V-3: VOLTIMETRO

Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende el funcionamiento electromagnético de un voltímetro"



Lista de Materiales:

1. Tablas.
2. Clavos gruesos y largos.
3. Cable de bobina.
4. Corcho.
5. Alfileres.
6. Tira de papel de estaño (como las envolturas de las tabletas de chocolate).
7. Resistencia eléctrica.
8. Escala.
9. Pitillo.
10. Corcho.
11. Lámina de latón.
12. Adhesivos para pegar al tubo de ensayo las láminas de latón.
13. Tubo de ensayo que penetra el corcho (ver el croquis de la alternativa IV-4).
14. Clavo delgado.

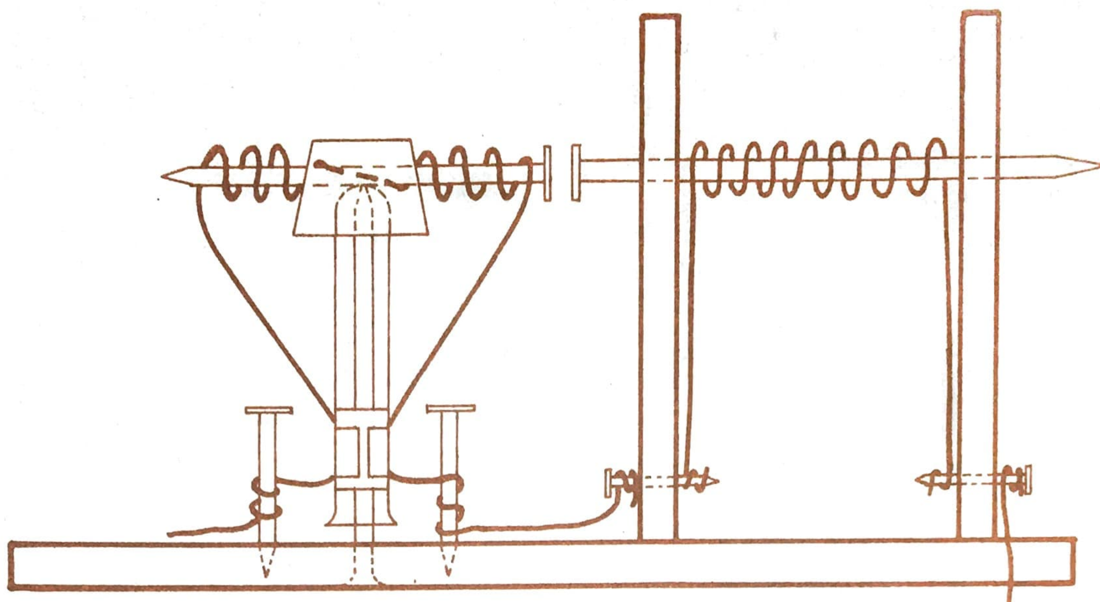
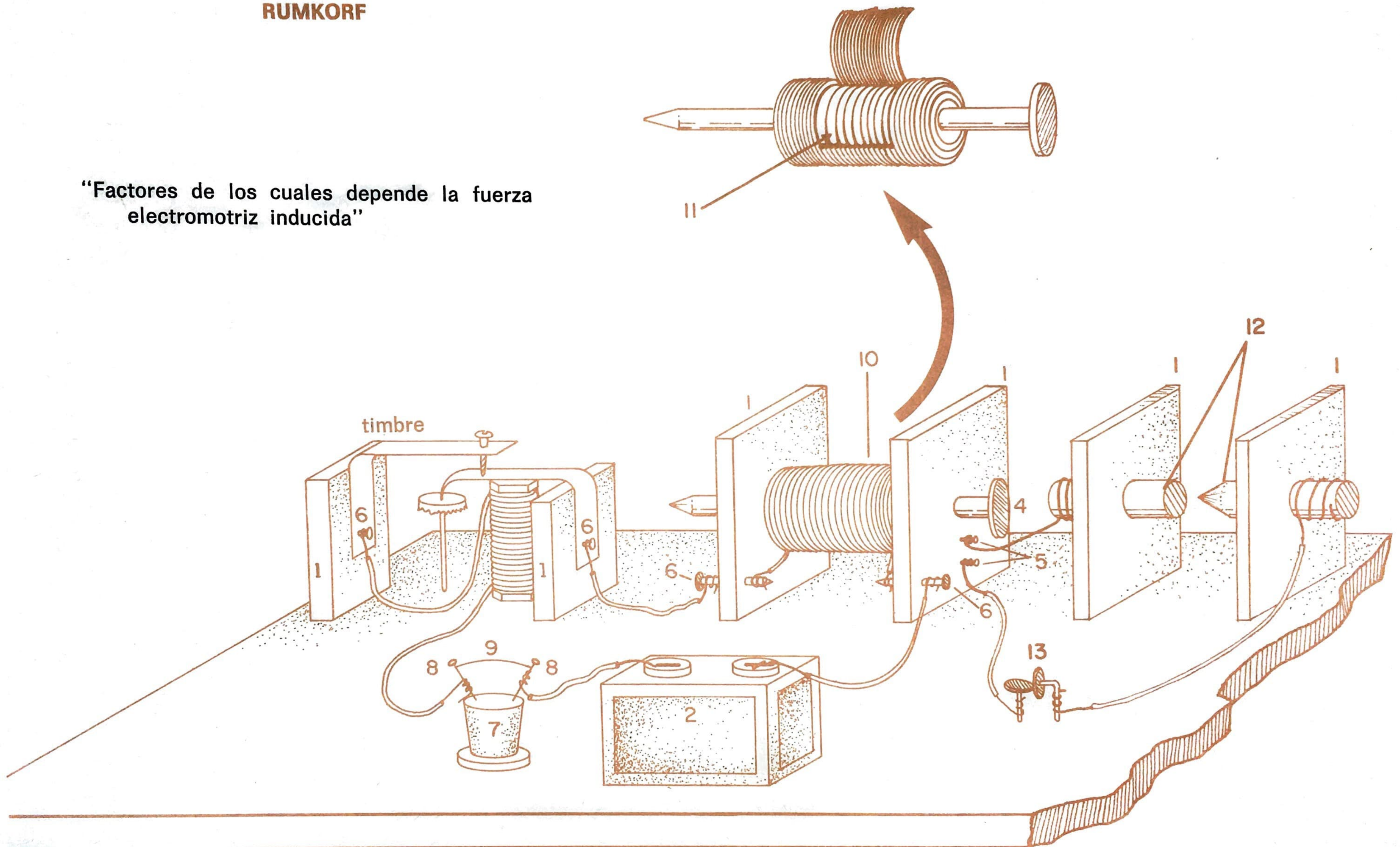


Diagrama de enrollado de cables

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA V-4: ROQUETE DE RUMKORF

"Factores de los cuales depende la fuerza electromotriz inducida"



Lista de Materiales:

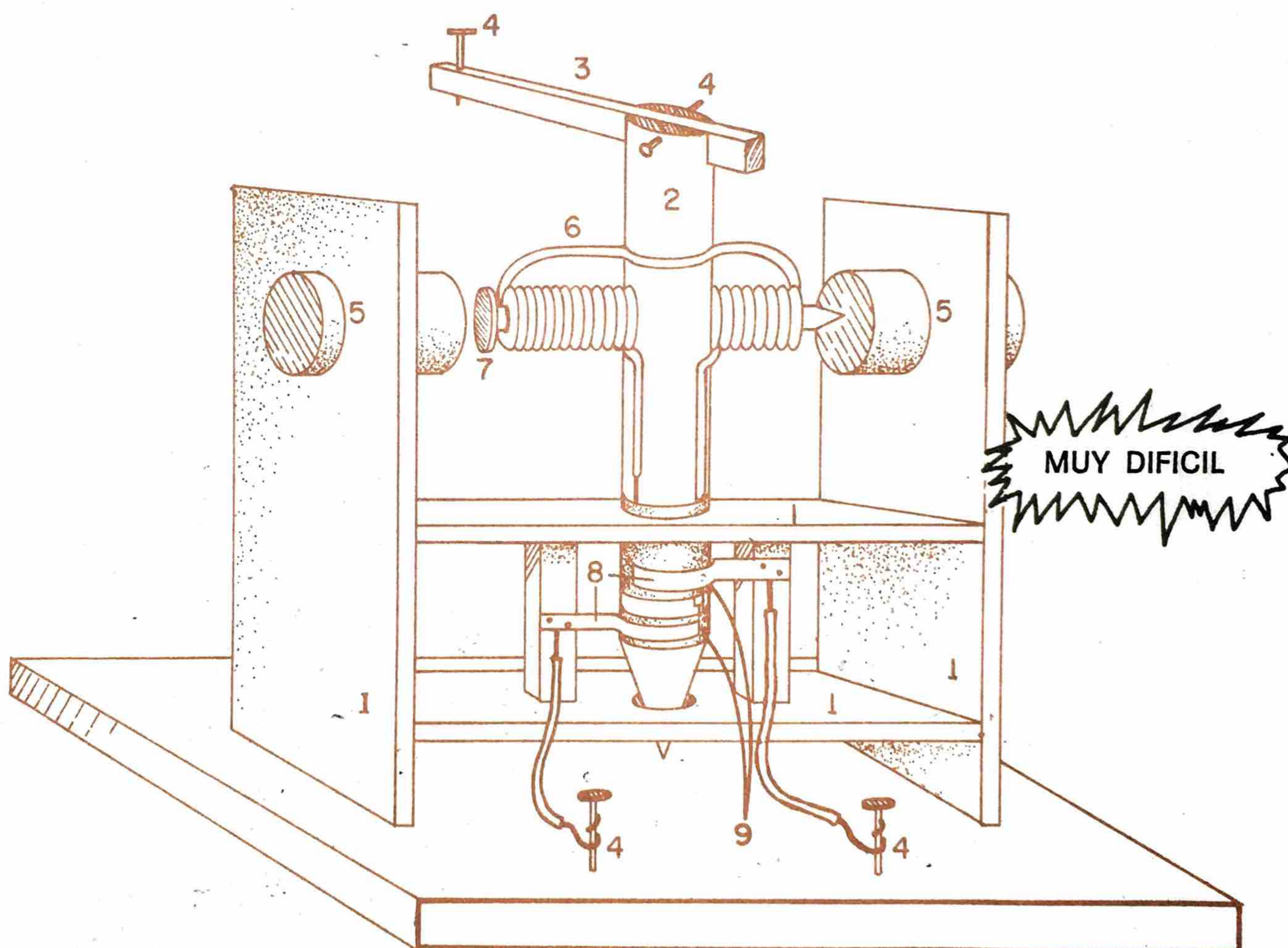
1. Maderas.
2. Batería semigastada de carro.
3.
4. Clavo grueso y largo.
5. Clavos donde internamente vienen fijados los dos extremos del embobinado delgado.
6. Clavos donde se fijan los extremos del embobinado grueso.
7. Corcho.
8. Alfileres.
9. Tira de papel de estaño (como las envolturas de las tabletas de chocolate).
10. Cable de bobina delgado.
11. Cable de bobina grueso.
12. Carbones extraídos de pilas inservibles.
13. Interruptor.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS

ALTERNATIVA V-5: DINAMO

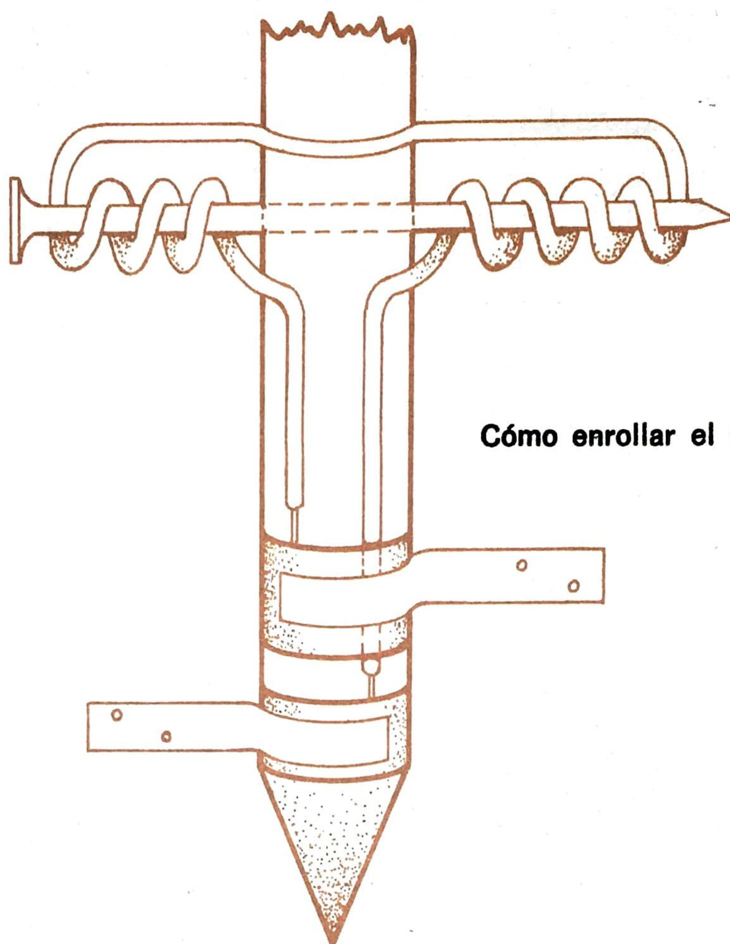
Estando en un laboratorio, disponiendo de materiales de desecho recopilado por el mismo alumno, consultando las figuras adjuntas y toda la bibliografía que desee y trabajando con al menos otro compañero, contestar, utilizando el método científico, a una pregunta de carácter Físico que el mismo alumno se formulará referente a:

"Factores de los cuales depende la generación de corriente eléctrica"



Lista de Materiales:

1. Tablas.
2. Cilindro de madera (mango de escoba, aragán, etc.).
3. Listón de madera.
4. Clavos.
5. Imanes.
6. Cable de bobina.
7. Clavo largo y grueso.
8. Láminas metálicas y flexibles.
9. Láminas de hojalata clavadas en 2.



Cómo enrollar el cable.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO, LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR LOS ALUMNOS



ALTERNATIVA CREATIVA

Un contenido no previsto en las alternativas anteriores pero relacionada con esta Unidad del Programa Oficial.

Es probable que quieran satisfacer una curiosidad Física no prevista en las alternativas anteriores; entonces, propónganla e impleméntenla; así estarán demostrando posibles inclinaciones a las carreras científicas.

ESPACIO RESERVADO PARA PUBLICAR, EN
LA PROXIMA EDICION DE ESTE FOLLETO,
LAS FOTOGRAFIAS DE LOS MEJORES
INSTRUMENTOS CONSTRUIDOS POR
LOS ALUMNOS

Referencia de NOTAS

1. República de Venezuela. Ministerio de Educación. Dirección de Planeamiento. Ciclo diversificado. Menciones: ciencia, apropecuaria, industrial y Normal. Programa de Física Segundo Año. Caracas, 1973.

2. "A dónde va la Educación". Jean Piaget. P. 98. Editorial Teide, S. A. 1975.

3. "Métodos Activos", por Mme. E. Hatinguais, Inspector General, Directora del C.I.E.P., de Sevres. (Guía de Estudio del Dpto. de Práctica Docente del Instituto Experimental de Barquisimeto).

4. Página 95 de la obra citada en (2).

5. De la guía de estudio citada en (3).

6. Extraido literalmente de "Física Tercer Año". Montoro-Viviano.

7. Licenciado Rafael Salcedo. Miembro ordinario del Personal Docente y de Investigación del Instituto Universitario Pedagógico Experimental de Maracay, adscrito al Departamento del Componente Docente. Asesor en Investigación y Dinámica de Grupos.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA LOS ALUMNOS:

UNESCO, **"Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias".** Editorial Suramericana. Buenos Aires, 1975.
MONTORO, Alfio. **Física Segundo Año** (Ciclo Diversificado). Ediciones Eneva. Caracas.
MONTORO-VIVIANO. **Física Tercer Año.** Ediciones Eneva. Caracas.
PSSC. **Física. Guía del laboratorio.** Editorial Reverté, S. A.
GRAN. **Elementos de Física.** Volumen II. 1957.
MAIZTEGUI-SABATO. Física. Volumen II. Editorial Kapelusz. Buenos Aires.
MAIZTEGUI y GLEISER. **"Introducción a las mediciones de laboratorio".** Ediciones "Guayqui". Argentina.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA LOS PROFESORES:

FREIRE PAULO. **"La Educación como práctica de la libertad".** Ediciones Pepe, Medellín, Colombia.
FREIRE PAULO. **"Pedagogía del Oprimido".** Editorial América Latina. Colombia.
DEWEY, John. **"Democracia y educación".** Biblioteca Pedagógica. Losada, S. A. 1971.
ILLICH, Iván. **"La sociedad desescolarizada".** Barral Editores. 1974.
PIAGET, Jean. **"A dónde va la educación".** Editorial Teide, S. A.
LOEDEL, Enrique. **"Enseñanza de la Física".** Editorial Kapelusz, Buenos Aires. 1957.
SANCHEZ, Basili A. **"Métodos de Investigación".** Ediciones Eneva. Caracas. 1978.